C. D. 624.041.2

O MÉTODO DE RELAXAÇÃO

SUA APLICAÇÃO AOS RETICULADOS CONTÍNUOS

(Continuação)

PELO ENG.º CIVIL (U. P.) JOÃO ARAÚJO SOBREIRA

2 — Reticulados planos de elementos normais entre si

2.1 — Consideramos, por agora, apenas os reticulados formados por elementos verticais e horizontais pois são os que mais interesse apresentam e, ao mesmo tempo, os que permitem a apresentação de formulário mais simples.

Considera-se, ainda, sòmente o caso de elementos com momento de inércia constante. Isto não significa a impossibilidade de sistematização deste método ao cálculo de estruturas planas com elementos inclinados, ou com elementos de momento de inércia variável. É nossa intenção vir também a abordar estes tipos de estruturas bem como algumas outras no espaço tais como os reticulados de vigas horizontais e outras.

Como sabemos, os elementos de betão das estruturas contínuas consideram-se incompreensíveis. É uma hipótese perfeitamente aceitável; as deformações longitudinais em elementos de dimensões habituais têm pouca influência no valor dos momentos de continuidade que se instalam nos nós da estrutura.

Esta hipótese, geralmente adoptada noutros métodos de cálculo como por exemplo no de Cross, irá simplificar bastante a aplicação da relaxação ao cálculo dos reticulados. Aceitando-a, podemos dizer (fig. 29) que os nós de uma estrutura não sujeita a assentamentos de apoio nem a aumentos de temperatura podem apenas deslocar-se horizontalmente, além de sofrerem as rotações devidas aos momentos não equilibrados, e que este deslocamento será igual para todos os nós dum mesmo piso.

Naquela figura indicam-se as convenções de sinais a atribuir às deformações e às forças exteriores e ainda a designação que se adopta para identificar os nós e os apoios, os pisos e montantes.

A convenção de sinais é a mesma que foi adoptada nas vigas contínuas; a identificação dos nós e apoios é feita por números árabes escritos em ordem crescente, de baixo para cima e da esquerda para a direita. Os pisos e montante são referenciados por letras maiúsculas em ordem alfabética, também de baixo para cima e da esquerda para a direita.

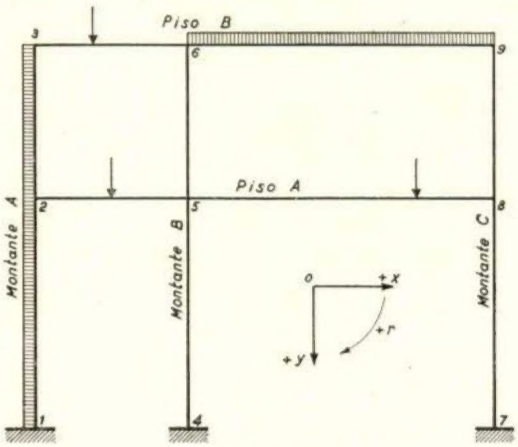


Fig. 29

Outra questão a fixar, embora com menor interesse — só intervém na formação das expressões dos factores de operação e portanto não interfere directamente no cálculo de uma estrutura — é a relativa à fixação das extremidades esquerda e direita dos elementos verticais. Não pode ser arbitrária se se quiser manter os sinais das expressões dos coeficientes de influência deduzidas para os elementos horizontais.

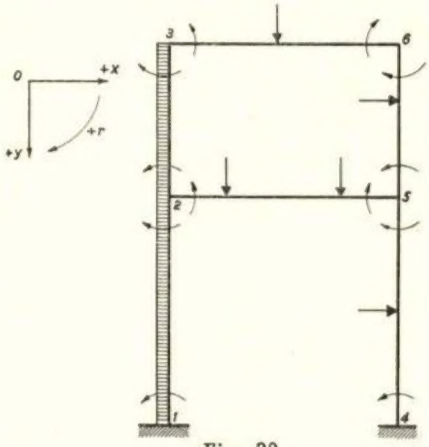


Fig. 30

Seja a estrutura da fig. 30, solicitada por forças horizontais e verticais *positivas*. Sendo estas forças todas positivas, as extremidades esquerda

e direita das colunas serão as que possuem momentos de encastramento — supõem-se todos os elementos perfeitamente encastrados nos extremos — com o mesmo sinal das extremidades correspondentes das vigas. Assim, a extremidade 2 é direita na coluna 1,2 e esquerda na coluna 2,3; a extremidade 5 será direita na coluna 4,5 e esquerda na coluna 5,6. As extremidades superiores das colunas são extremidades direitas e as inferiores são extremidades esquerdas, qualquer que seja a solicitação.

2.2 — De modo semelhante ao feito nas vigas contínuas, torna-se necessário concentrar nos nós e apoios de uma estrutura as acções aplicadas ao longo dos seus elementos. A maneira de o fazer é fácil e tem a mesma justificação então apresentada.

Supostos todos os elementos encastrados nos extremos determinam-se as reacções e momentos de encastramento não equilibrados; juntando estas acções às cargas exteriores, os nós da estrutura não sofrem qualquer deformação. Mas como na realidade estes momentos e reacções não actuam na estrutura, ter-se-ão de calcular os efeitos que uma solicitação igual e oposta a esta origina e juntá-los aos produzidos pelas cargas exteriores, supostos todos os elementos desta como vigas perfeitamente encastradas nos extremos.

2.3 — A hipótese da incompressibilidade dos elementos de betão permite, como se viu, agrupar as relaxações possíveis dum reticulado contínuo de elementos horizontais e verticais em dois grupos apenas: as rotações dos nós e as translações dos vários andares.

As primeiras não necessitam de qualquer explicação. As segundas são uma das chaves da nossa sistematização.

Podemos imaginar um sistema de sujeições tal que actue horizontalmente sobre todos os nós de um piso de modo que, quando relaxamos este, todo o piso se possa deslocar. Sendo assim, as travessas não originam qualquer acção sobre as sujeições dos nós quando um piso é relaxado horizontalmente; os únicos coeficientes de influência das travessas são os momentos e forças verticais devidos às rotações unitárias dos nós, ou seja, $\widehat{rr}$ e $\widehat{yr}$. Destes só o primeiro interessa para a operação de relaxação pois, como já se disse, desprezam-se as deformações verticais da estrutura; o segundo, sendo uma força que se transmite aos montantes, servirá para calcular as reacções verticais de apoio, os esforços normais sobre os pilares e os esforços transversos nas travessas.

Se a estrutura sofre assentamentos de apoio, quer desiguais quer «elásticos», ou aumentos de temperatura, interessa também conhecer os coeficientes $\widehat{yy}$ e $\widehat{ry}$, não só para obter os momentos iniciais como ainda, caso dos assentamentos elásticos, para intervirem na própria operação de relaxação. Tudo isto será fàcilmente compreendido ao analisar-se as folhas de cálculo dos factores de operação.

Interessa fixar que as vigas intervêm normalmente na operação de relaxação só com o coeficiente de influência $\widehat{rr}$, embora seja muitas vezes necessário conhecerem-se todos os atrás referidos. Aliás não há que ter preocupações a este respeito nas aplicações práticas, como adiante se verá.

As colunas contribuem para a operação de relaxação com quatro coeficientes: $\widehat{xx}$, $\widehat{rx}$, $\widehat{xr}$ e $\widehat{rr}$; elas originam, sobre as sujeições, acções devidas às rotações dos nós e às translações dos pisos. Estes coeficientes, além de intervirem no cálculo das deformações, permitem obter as reacções horizontais dos apoios, os esforços normais sobre as vigas e os esforços cortantes das colunas.

As expressões destes coeficientes são, para as vigas:

No nó fixo:

$$\widehat{rr}_f = -2\frac{B}{L}\ ;\ -\widehat{ry}_f = \widehat{yr}_f = 6\frac{B}{L^2}\,l$$

$$\widehat{yy}_f = 12\frac{B}{L^3}$$

No nó móvel:

$$\widehat{rr}_m = -4\frac{B}{L}\ ;\ -\widehat{ry}_m = -\widehat{yr}_m = 6\frac{B}{L^2}\,l\ ;$$

$$\widehat{yy}_f = -12\frac{B}{L^3}$$

e para as colunas:

No nó fixo:

$$\widehat{rr}_f = -2\frac{B}{L}\ ;\ -\widehat{rx}_f = \widehat{xr}_f = 6\frac{B}{L^2}\,l\ ;$$

$$\widehat{xx}_f = 12\frac{B}{L^3}$$

No nó móvel:

$$\widehat{rr}_m = -4\,\frac{B}{L}\,;\quad -\widehat{rx}_m = 6\,\frac{B}{L^2}\,l\,;$$

$$\widehat{xx}_m = -12\,\frac{B}{L^3}$$

como fàcilmente se conclui por comparação com as expressões deduzidas para as vigas contínuas.

Como fizemos para estas, vamos sistematizar o método a partir do valor absoluto dos coeficientes de influência.

A apresentação de um exemplo permitirá seguir melhor as considerações teóricas. Assim seja o pórtico simples da fig. 31, a), sujeito a uma carga horizontal. Na fig. 31, b) apresentam-se as acções de encastramento não equilibradas, calculadas como na alínea 2.2 se indicou.

O valor absoluto dos coeficientes de influência, ou seja aquilo que passamos a designar, como nas vigas contínuas se fez, por coeficiente de influência, são obtidos no Quadro XXXVIII.

2.4 — Os coeficientes de influência permitem determinar os factores de operação. Esta determinação é feita em impressos agrupados em folhas de cálculo figs. 32 a 42; estas folhas incluem, ao lado do esquema do tipo de relaxação, as expressões que tornam muito fácil o preenchimento destes impressos. Nelas se consideram as rotações dos nós, as translações dos pisos, os aumentos de temperatura, os assentamentos desiguais e «elásticos», os semi-encastramentos das sapatas de fundação. Os impressos das figs. 32 a 37 estão preenchidos com os coeficientes de influência da estrutura apresentada na fig. 54, e os das figs. 38 a 42 dizem respeito à estrutura da fig. 48.

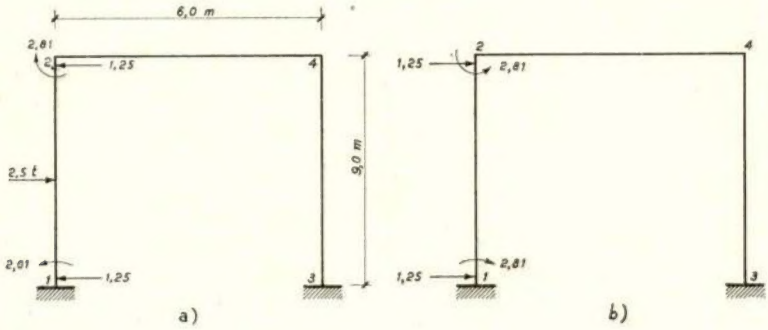


Fig. 31

QUADRO *XXXVIII*—Coeficientes de influência

Reticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades: *Tonelada, metro*

Pilares: $\left|\widehat{xx}\right| = 12\,\frac{B}{L^3}$; $\left|\widehat{rx}\right| = \left|\widehat{xr}\right| = 6\,\frac{B}{L^2}$

Vigas: $\left|\widehat{yy}\right| = 12\,\frac{B}{L^3}$; $\left|\widehat{ry}\right| = \left|\widehat{yr}\right| = 6\,\frac{B}{L^2}$

Pilares e Vigas: m $\left|\widehat{rr}\right| = 4\,\frac{B}{L}$; f $\left|\widehat{rr}\right| = 2\,\frac{B}{L}$

Elementos	E	I	B = E × I	L	$\left\|\widehat{xx}\right\|$	$\left\|\widehat{rx}\right\|$ $\left\|\widehat{xr}\right\|$	$\left\|\widehat{yy}\right\|$	$\left\|\widehat{ry}\right\|$ $\left\|\widehat{yr}\right\|$	$\left\|\widehat{rr}\right\|$ m	$\left\|\widehat{rr}\right\|$ f
$\overline{1,2}$	21×10^5	675×10^{-6}	1418	9	23,3	105,0	—	—	630,0	315,0
$\overline{3,4}$	21×10^5	675×10^{-6}	1418	9	23,3	105,0	—	—	630,0	315,0
$\overline{2,4}$	21×10^5	3375×10^{-6}	7088	6	—	—	393,7	1181,0	4725,0	2362,0

Convém frizar que é no cálculo dos factores de operação que reside o sucesso da aplicação do método de relaxação ao cálculo de estruturas.

Nos exemplos que adiante se apresentam não se repetem estas folhas de cálculo, pois isso só redundaria num acréscimo do texto sem qual-

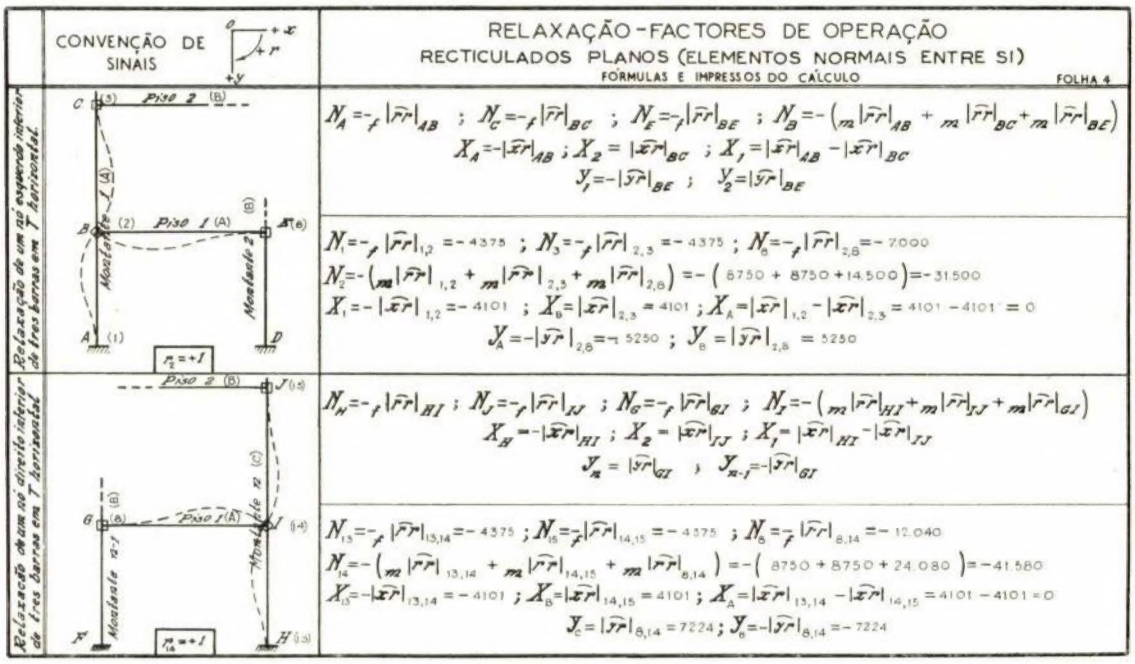


Fig. 32

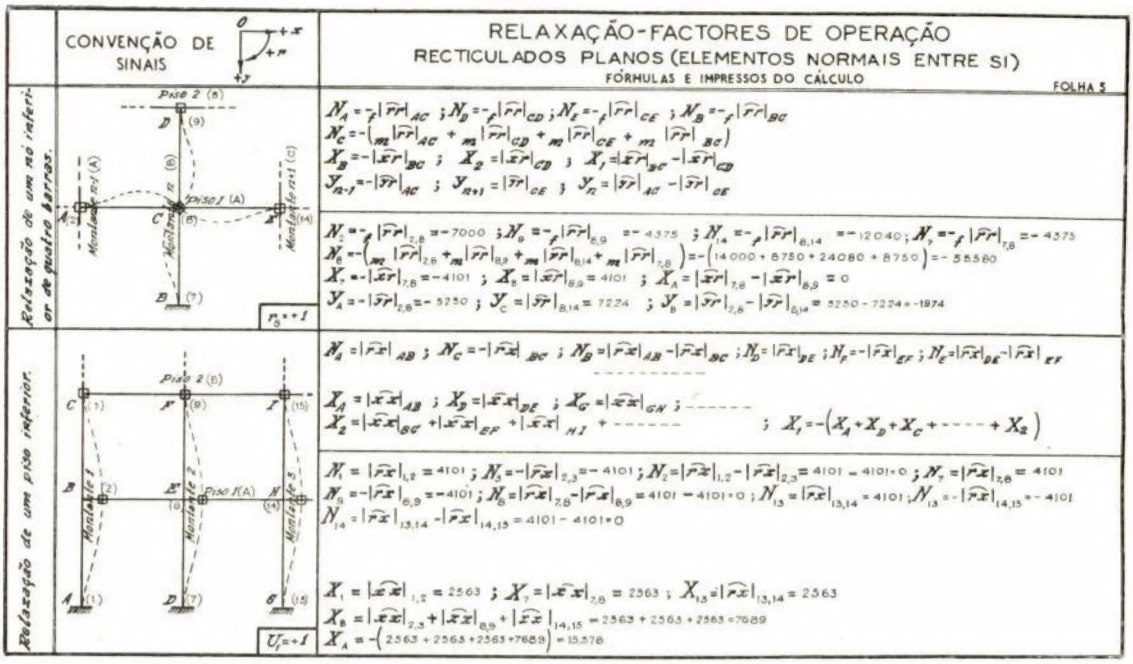


Fig. 33

Desde que a folha de cálculo respectiva seja formada, o problema fica reduzido a uma mera sequência de operações e cálculos numéricos sempre idênticos qualquer que seja o problema.

quer benefício para o leitor. Esclarece-se ainda, para completa compreensão destas folhas, que no esquema faz-se a correspondência entre as letras e algarismos dos nós, montantes e pisos.

Assim, ao lado do apoio A, por exemplo, escreve-se (1) e ao lado do montante 1, escreve-se (A), etc.

xação e de um modo muito mais racional do que o método de Cross o faz. Pode mesmo dizer-se que este método só permite a consideração dos

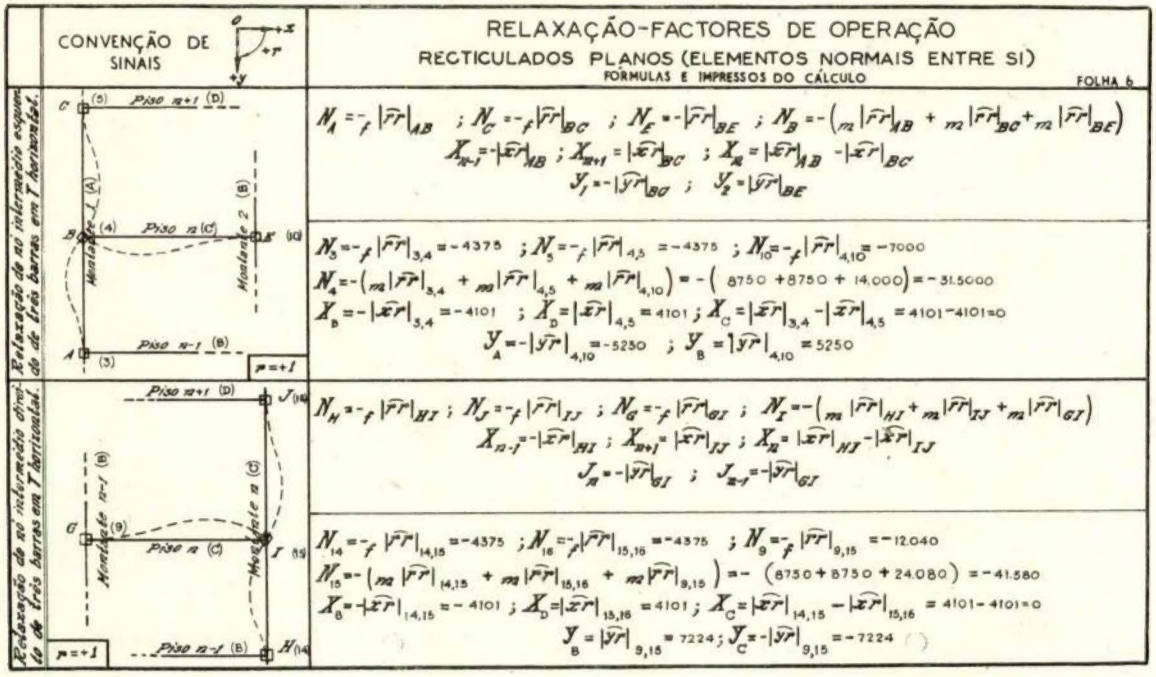


Fig. 34

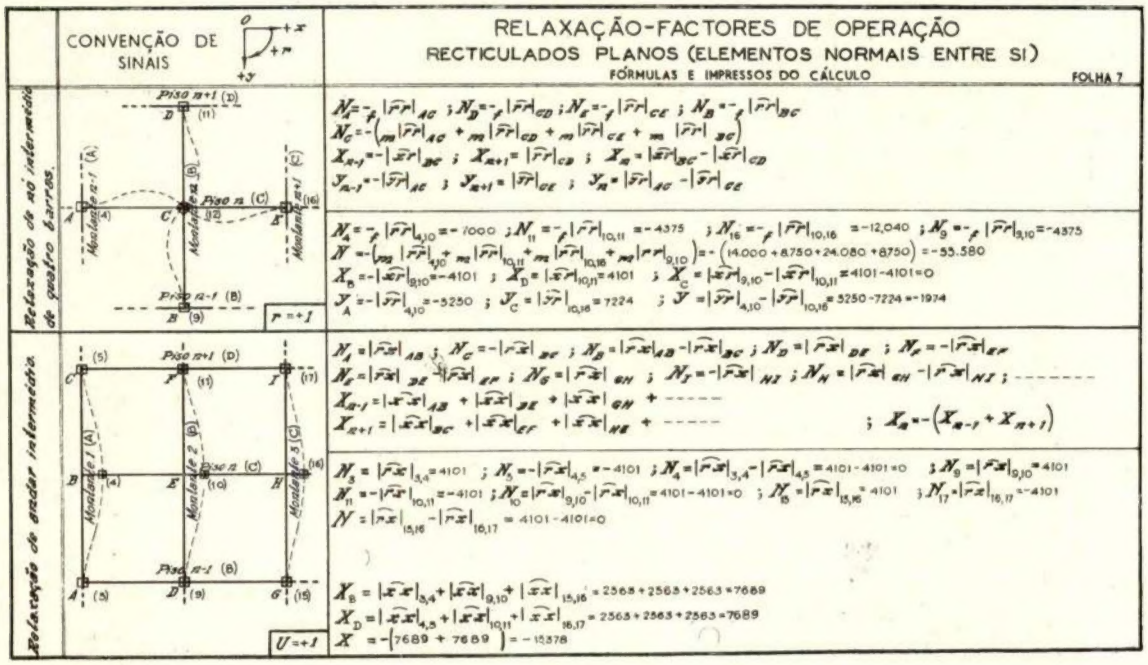


Fig. 35

2.5 — Os semi-encastramentos das sapatas de fundação são introduzidos muito fàcilmente no cálculo de um recticulado pelo método da rela-

semi-encastramentos duma maneira rápida quando a estrutura a calcular for muito simples. Será necessário definir o grau de encastramento que

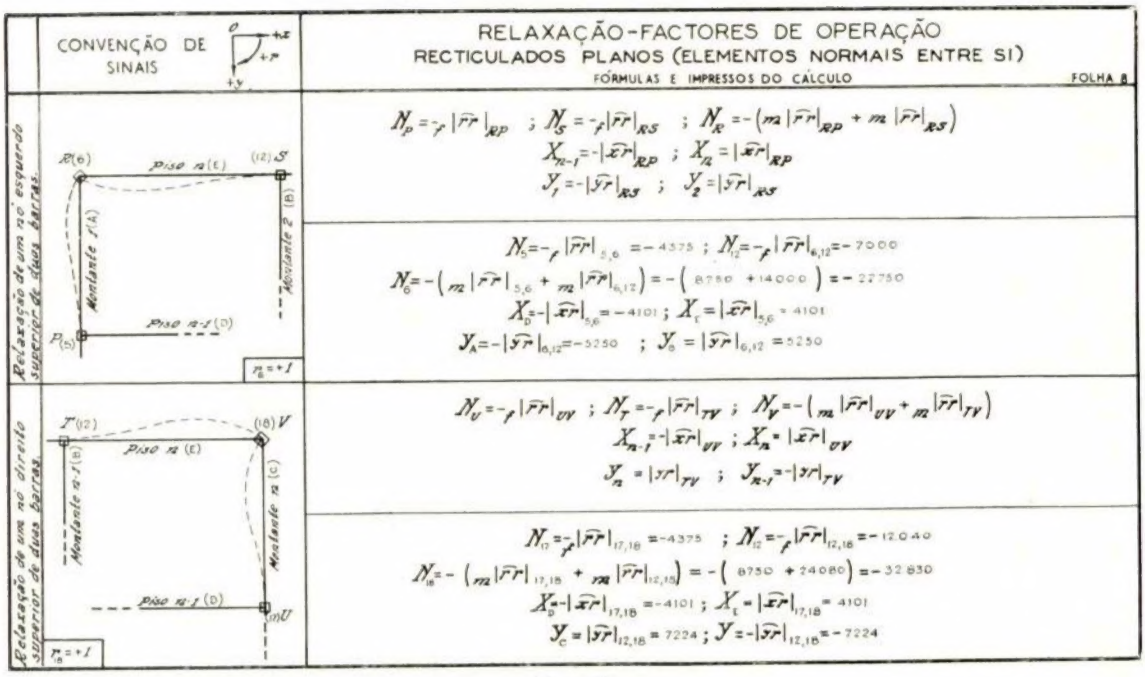


Fig. 36

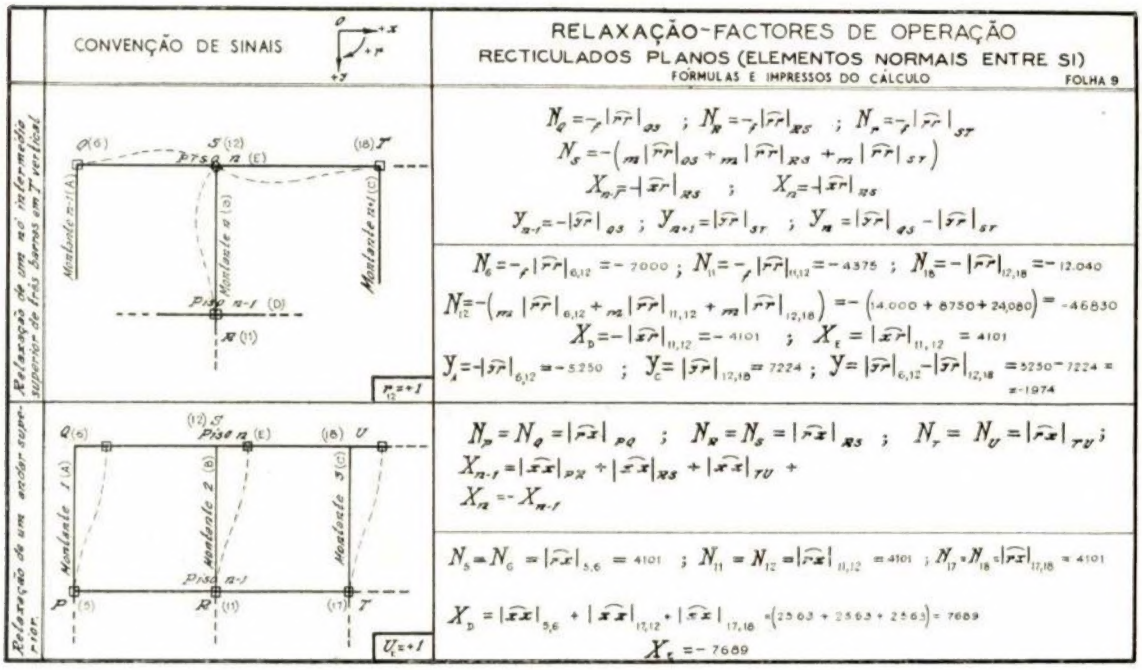


Fig. 37

o solo oferece e conhecer os momentos de encastramento perfeito na parte inferior dos montantes ([1]).

A relaxação põe o problema de maneira diferente: interessa apenas conhecer o momento com que o solo «reage» quando a fundação roda de um ângulo unitário.

No artigo citado deduzem-se as seguintes expressões que vamos aplicar:

$$M_R = \frac{E_t}{24}\,(2\,a^3 + b^3)\,\theta_R \quad \text{se} \quad c < a\,,b$$

$$M_R = \frac{c\,E_t}{12}\,(2\,a^2 + b^2)\,\theta_R \quad \text{se} \quad c > a\,,b$$

([1]) — U. Nascimento — Determinação do grau de encastramento dos maciços de fundação — *Técnica*, Março de 1953.

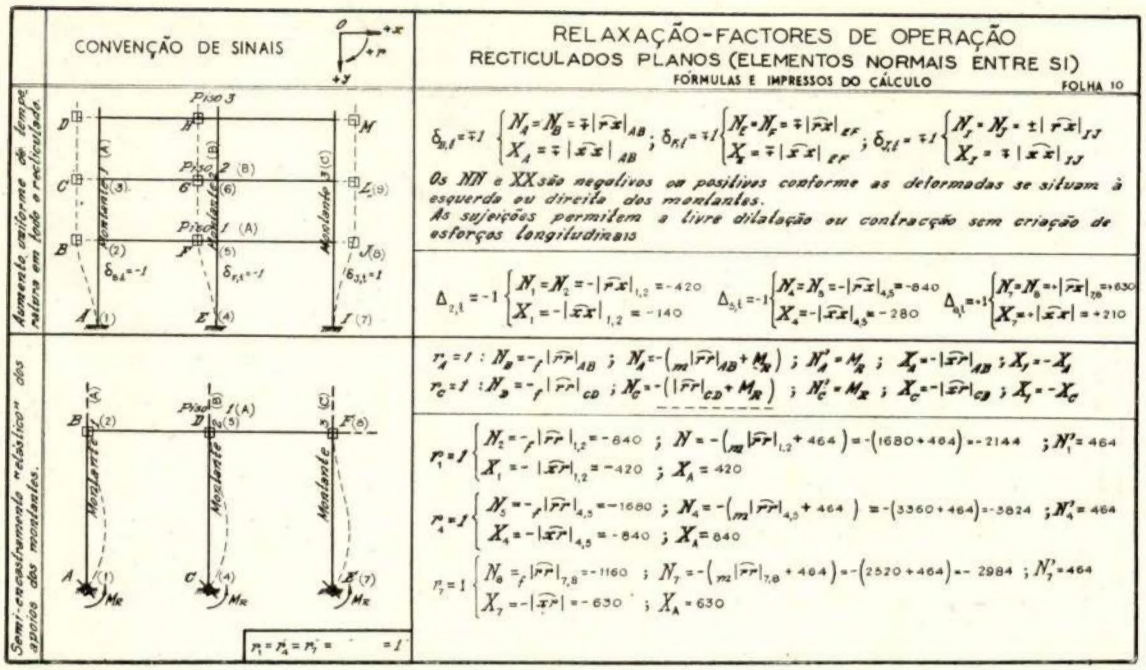


Fig. 38

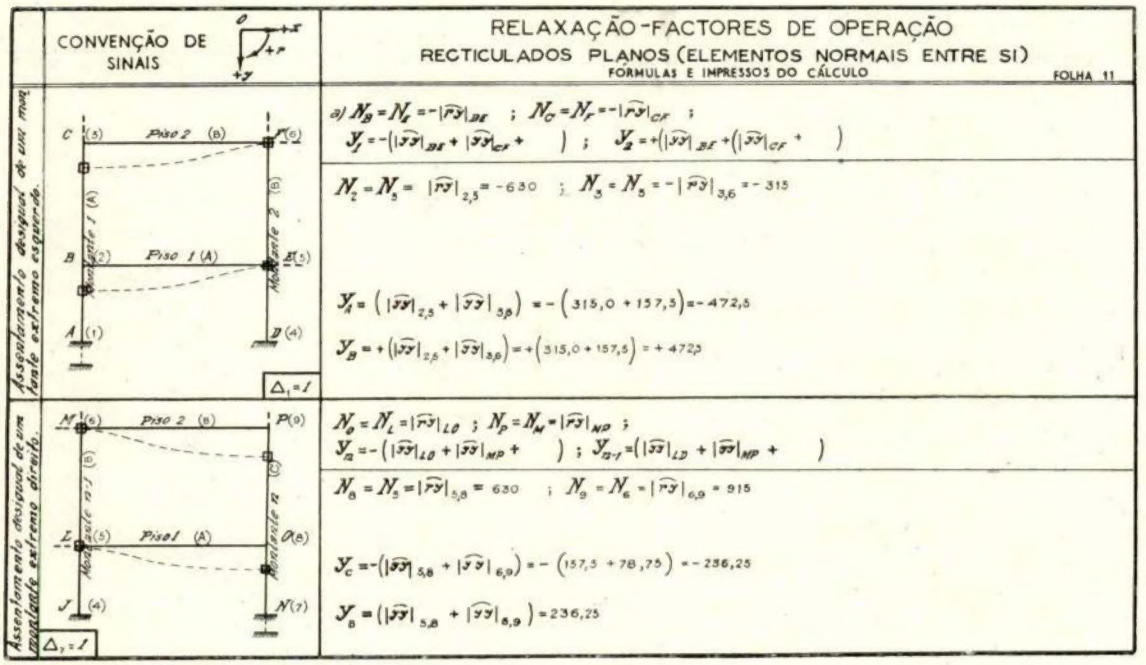


Fig. 39

em que se substitui o f por R, pois consideramos este momento como uma possibilidade de reacção do solo.

E_t é o módulo de resistência do terreno; a, b e c são respectivamente a altura, a largura e o comprimento do maciço de fundação.

Fazendo $\theta_R = 1$, aquelas expressões dão-nos o valor de M_R que aparece nas fórmulas que dão os factores de operação respectivos, fig. 38.

Estes semi-encastramentos, ou encastramentos «elásticos», serão fornecidos pelo solo na medida em que a estrutura necessita para conseguir, pondo em jogo a rigidez dos seus elementos, sustentar as cargas que lhe são aplicadas; o valor

dos momentos de reacção do solo dependerão não só da estrutura como da própria solicitação.

Nos exemplos apresentados pode-se seguir o

2.6 — Na sequência das questões que se põem a um método de cálculo, vamos nesta alínea mostrar como a relaxação determina os momentos

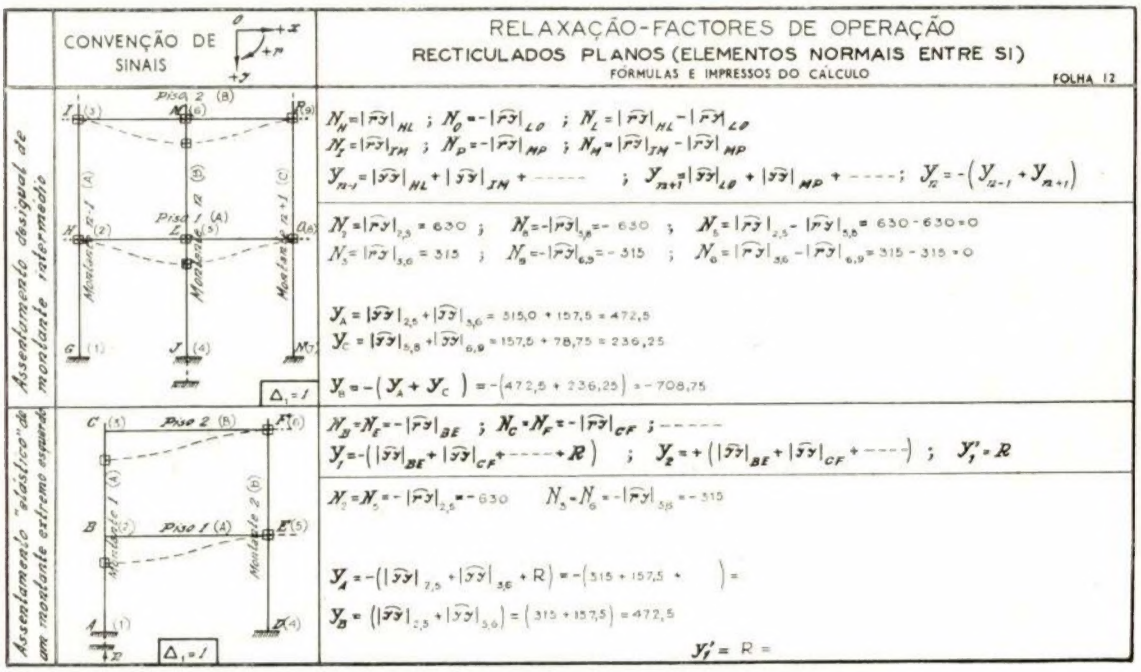


Fig. 40

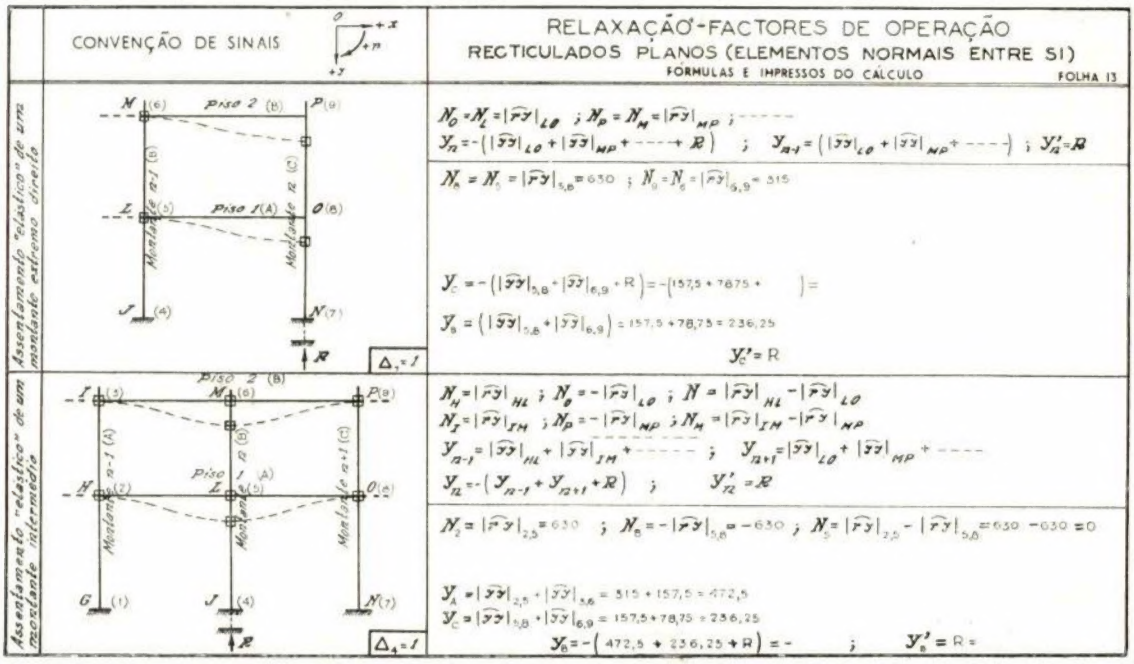


Fig. 41

cálculo de uma estrutura com semi-encastramentos e comparar os momentos respectivos com os obtidos supondo o encastramento perfeito.

que a variação de temperatura instala nos nós de um reticulado contínuo.

As variações de temperatura podem ser cons-

tantes por toda a estrutura ou relativas apenas a um dos montantes extremos.

Este último caso não acarreta qualquer dificuldade; conhecidas as variações do comprimento que os pilares dos diferentes pisos sofrem e calculados os factores de operação respectivos, folha n.º 14, fig. 42, determinam-se as acções instaladas nas sujeições aplicadas nos nós e anulam-se estas acções realizando a operação de relaxação normal.

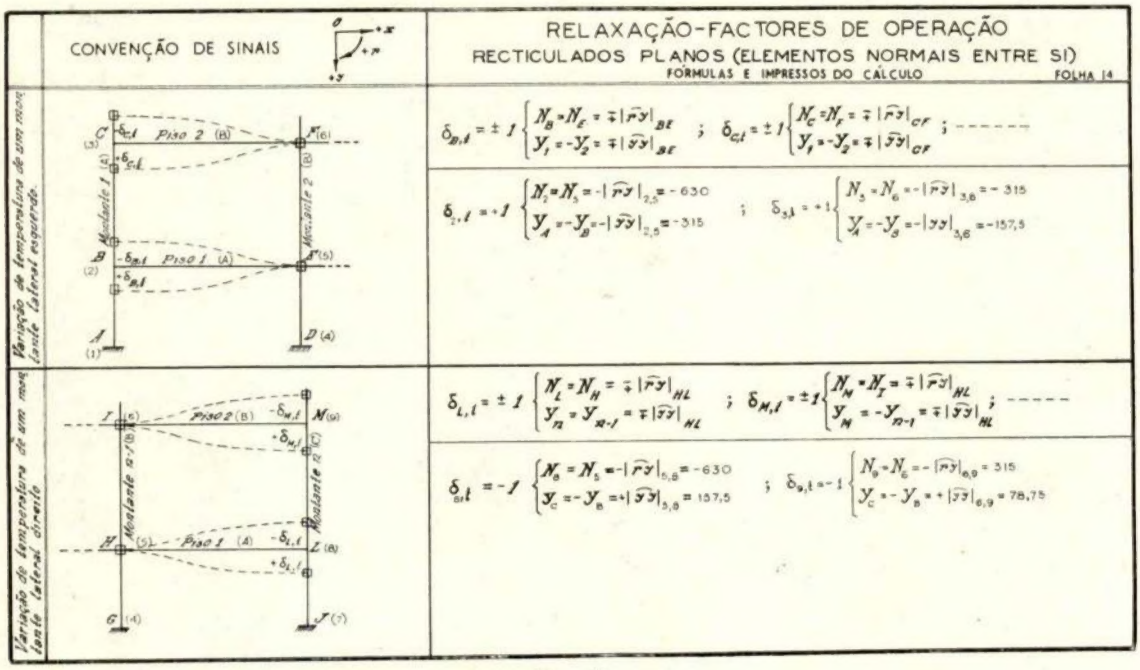


Fig. 42

Ao contrário, a questão do aumento uniforme de temperatura Δt exige análise cuidada; não por causa da aplicação do método de relaxação em si, mas sim porque se necessita de conhecer a distribuição, pelos diferentes pilares, do aumento de comprimento produzido por um acréscimo de temperatura que o piso inferior de uma estrutura com apoios de nível sofre, fig. 43.

Esta figura mostra que só os pilares inferiores originam acções iniciais (o resto da estrutura deforma-se sem originar esforços) fàcilmente obtidas a partir de δ_1, δ_2 e δ_3.

Apresentamos a seguir umas expressões que permitem calcular estes $\delta\delta$ para reticulados de um e dois tramos. Para estruturas de mais tramos o formulário complica-se bastante; o processo de o obter é, no entanto, igual ao apresentado para aqueles dois casos.

Seja então o pórtico de um tramo e qualquer número de andares, fig. 44.

Se os pilares têm a mesma rigidez, será:

$\delta_1 = \delta_2 = \alpha \, \Delta t \, \frac{L}{2}$, como se sabe. Se porém for K_1 diferente de K_2 então será $\delta_1 \neq \delta_2$, sabendo-se apenas que:

$$\delta_1 + \delta_2 = \alpha \, \Delta t \, L .$$

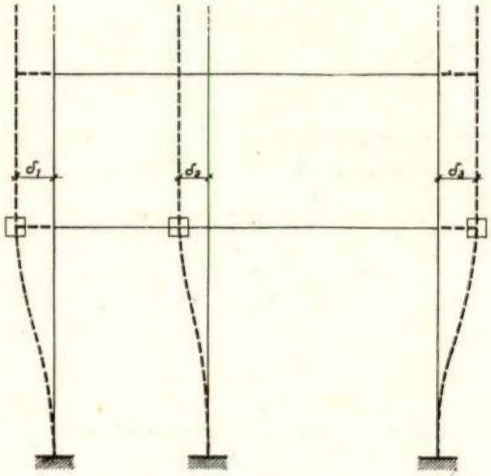


Fig. 43

Há que estabelecer outra relação entre δ_1 e δ_2 em função da rigidez dos pilares e travessa.

Vamos obter esta relação a partir das seguintes condições de equilíbrio:

$$\begin{cases} T_1 - T_2 = 0 \quad \text{e portanto,} \\ M_A + M_{B,p} - M_B + M_{C,p} = 0 \\ M_{B,p} - M_{B,v} = 0 \\ -M_{C,p} + M_{C,v} = 0 \end{cases}$$

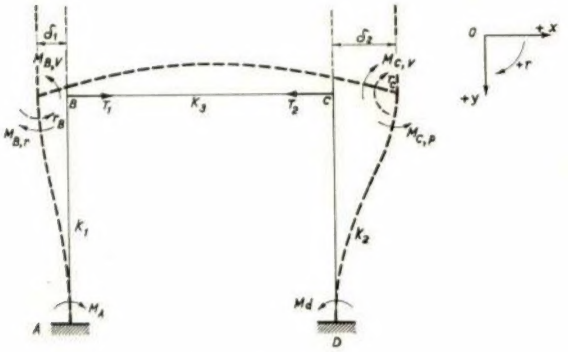


Fig. 44

Os momentos exprimem-se em função das translações e rotações pelas expressões seguintes:

$$M_A = \frac{6\,K_1}{h}\,\delta_1 - 2\,K_1\,r_B$$

$$M_{B,p} = \frac{6\,K_1}{h}\,\delta_1 - 4\,K_1\,r_B$$

$$M_{B,v} = 4\,K_3\,r_B - 2\,K_3\,r_C$$

$$M_{C,v} = 4\,K_3\,r_C - 2\,K_3\,r_B$$

$$M_{C,p} = \frac{6\,K_2}{h}\,\delta_2 - 4\,K_2\,r_C$$

$$M_D = \frac{6\,K_2}{h}\,\delta_2 - 2\,K_2\,r_C$$

Estas expressões e o sistema anterior permitem obter, através de uma análise fácil, a seguinte expressão:

$$K_1\left(2 - \frac{6\,K_1\,C_2 - 3\,K_2\,K_3}{4\,C_1\,C_2 - K^2_3}\right)\delta_1 -$$

$$- K_2\left(2 - \frac{6\,K_2\,C_1 - 3\,K_1\,K_3}{4\,C_1\,C_2 - K^2_3}\right)\delta_2 = 0$$

em que é:

$$C_1 = K_1 + K_3 \quad ; \quad C_2 = K_2 + K_3$$

Suponhamos que é:

$K_1 = 225\ cm^3$; $K_2 = 1800\ cm^3$; $K_3 = 1350\ cm^3$

$L = 400\ cm$; $\alpha = 10^{-5}$; $\Delta t = 30^o$

virá:

$$\begin{cases} 495\,\delta_1 - 2880\,\delta_2 = 0 \\ \delta_1 + \delta_2 = 0{,}12 \end{cases} \qquad \begin{cases} \delta_1 = 0{,}1024\ cm \\ \delta_2 = 0{,}0176\ cm \end{cases}$$

Seja agora o caso de um pórtico de dois tramos, fig. 45. Entre δ_1, δ_2 e δ_3 podem escrever-se as seguintes relações:

$$\begin{cases} \delta_1 + \delta_3 = \alpha\,\Delta t\,(L_4 + L_5) \\ \delta_1 = \delta_2 + \alpha\,\Delta t\,L_4 \end{cases}$$

obtendo-se a terceira de:

$$\begin{cases} T_1 + T_2 - T_3 = 0 \quad \text{e portanto,} \\ M_A + M_{B,P} + M_C + M_{D,P} - M_E - M_{F,P} = 0 \\ M_{B,P} - M_{B,V} = 0 \\ M_{D,P} - M_{D,V,4} - M_{D,V,5} = 0 \\ M_{F,V} - M_{F,P} = 0 \end{cases}$$

em que agora é:

$$M_A = \frac{6\,K_1}{h}\,\delta_1 - 2\,K_1\,r_B$$

$$M_C = \frac{6\,K_2}{h}\,\delta_2 - 2\,K_2\,r_D$$

$$M_E = \frac{6\,K_3}{h}\,\delta_3 - 2\,K_3\,r_F$$

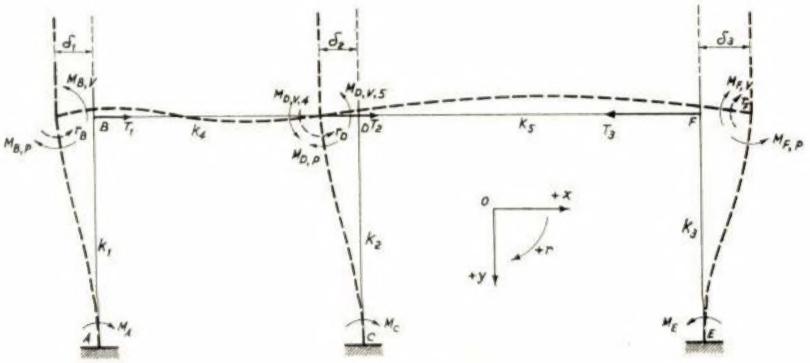


Fig. 45

$$M_{B,P} = \frac{6\,K_1}{h}\,\delta_1 - 4\,K_1\,r_B$$

$$M_{D,P} = \frac{6\,K_1}{h}\,\delta_2 - 4\,K_2\,r_D$$

$$M_{F,P} = \frac{6\,K_1}{h}\,\delta_3 - 4\,K_3\,r_F$$

$$M_{B,V} = 4\,K_4\,r_B + 2\,K_4\,r_D$$

$$M_{D,V,4} = 4\,K_4\,r_D + 2\,K_4\,r_B$$

$$M_{D,V,5} = 4\,K_5\,r_D - 2\,K_5\,r_F$$

$$M_{F,V} = 4\,K_5\,r_F - 2\,K_5\,r_D$$

Uma análise semelhante à anterior permite obter a seguinte expressão final:

$$3\,K_1\left(4 - \frac{3K_1A + 3K_1K_4^2 - 6K_2K_4C_1C_3 + 3K_3K_4K_5C_1}{C_1\,A}\right)\delta_1 +$$

$$+\,3\,K_2\left(4 - \frac{12\,K_2\,C_1\,C_3 - 6\,K_1\,K_4\,C_3 - 6\,K_3\,K_5\,C_1}{A}\right)\delta_2 -$$

$$-\,3\,K_3\left(4 - \frac{3K_3A + 3K_3K_5^2 - 6K_2K_5C_1C_3 + 3K_1K_4K_5C_3}{C_3\,A}\right)\delta_3 = 0$$

em que é:

$$C_1 = K_1 + K_5 \quad ; \quad C_2 = K_2 + K_5 + K_6$$

$$C_3 = K_3 + K_6 + K_7 \; ; \; C_4 = K_4 + K_7$$

$$A = 4\,C_1\,C_2\,C_3 - K_5^2\,C_3 - K_6^2\,C_1$$

$$B = 4\,C_2\,C_3\,C_4 - K_6^2\,C_4 - K_7^2\,C_2$$

Como exemplo, vamos supor que é:

$K_1 = 0{,}225\ dm^3$; $K_2 = 1{,}8\ dm^3$; $K_3 = 1{,}8\ dm^3$; $K_4 = 1{,}35\ dm^3$; $K_5 = 1{,}35\ dm^3$; $L_4 = 40\ dm$; $L_5 = 50\ dm$; $\Delta t = 30^o$; $\alpha = 10^{-5}$

Feitas as contas, obtém-se o sistema:

$$\begin{cases} 2{,}7061\ \delta_1 + 16{,}349\ \delta_2 - 13{,}588\ \delta_3 = 0 \\ \delta_1 + \delta_3 = 0{,}027 \\ \delta_1 - \delta_2 = 0{,}012 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \delta_1 = 0{,}1724\ cm \\ \delta_2 = 0{,}0524\ cm \\ \delta_3 = 0{,}0976\ cm \end{cases}$$

Nos exemplos que adiante se apresentam, inclui-se o cálculo de um pórtico de dois tramos e dois pisos que sofre um aumento uniforme de temperatura.

2.7 — Resta apenas focar a questão dos possíveis assentamentos de um reticulado.

É hábito corrente considerarem-se estes assentamentos como não «elásticos»: os montantes sofrem assentamentos desiguais e bastará então considerar as diferenças dos seus valores para, a partir delas e considerando os respectivos factores de operação, se obterem (como se faz para as variações de temperatura) as acções iniciais sobre as sujeições. São deste tipo os assentamentos devidos à flexão de um lintel de fundação que, como já se viu, são fàcilmente determinados pelo método de relaxação.

A hipótese da consideração dos assentamentos como «elásticos» é, em certos casos, mais lógica e compatível com a realidade: por exemplo, o caso de um pórtico de mais de um tramo fundado em solo compressível por intermédio de sapatas individuais. É um problema idêntico ao das vigas contínuas: a estrutura irá buscar ao terreno de fundação aquelas reacções de que o seu trabalho de deformação necessita para que ela possa suportar as cargas aplicadas sem quebra da sua continuidade.

Este problema é fàcilmente abordado, dentro da aproximação com que estas questões são resolvidas, pelo método de relaxação. Conhecido o grau de reacção K_s do terreno de fundação e as superfícies de contacto das sapatas com o terreno obtém-se a força de reacção R, por unidade de assentimento, aplicada no eixo dos pilares.

Conhecido R, os factores de operação são obtidos nos impressos de cálculo respectivos, folhas n.os 12 e 13, figs. 40 e 41.

Estes impressos e os referentes aos assentamentos desiguais e ao aumento de temperatura sofrido por um montante estão preenchidos com os valores referentes à estrutura do 2.º exemplo (embora esta não tenha sido calculada para estes efeitos) pois se entendeu que assim seriam compreendidos mais fàcilmente.

2.8 — É altura de se voltar ao cálculo do pórtico simples da fig. 31. A partir dos coeficientes de influência forma-se o Quadro XXXIX, com os factores de operação relativos às rotações dos nós 2 e 4 e a translação do piso A, únicas deformações possíveis.

O desenho da deformada do pórtico sob as acções concentradas nos nós, indica-nos que a rotação dos nós será negativa; é esta a razão

QUADRO XXXIX — Factores de operação

Unidades: Tonelada, metro

	Tipo	1 N_2	2 N_1	3 X_1	N_1	N_3	X_1	X_4	Y_1	Y_4
1	$r_2 = -1$	5355	2362	−105	315	0	105	0	1181	−1181
2	$r_4 = +1$	−2362	−5355	105	0	−315	0	105	−1181	1181
3	$U_A = +1$	105	105	−46,7	105	105	23,3	23,3	0	0

Verificação dos Quadros XXXVIII e XXXIX

$$(1): 5355 + 2362 + 315 - 105 \times 9{,}0 - 1181 \times 6{,}0 = -0{,}2 \text{ tm}$$
$$(2): -2362 - 5355 - 315 + 105 \times 9{,}0 + 1181 \times 6{,}0 = 0{,}2 \text{ tm}$$
$$(3): 4 \times 105 - 2 \times 23{,}3 \times 9{,}0 = -0{,}18 \text{ tm}$$

porque formamos os factores de operação para $r_2 = -1$.

A operação de relaxação é feita no Quadro XL após o que se obtém as deformações totais, se faz a verificação daquela operação e se calculam as reacções de apoio no Quadro XLI.

QUADRO XL — Verificação

Unidades: Tonelada, metro

Tipo	Valor da relaxação	1 N_2	2 N_1	3 X_1	N.º
3	−0,02680	−2,81 28,2	0 2,82	1,23 −1,25	1
2	0,00053	0,01 −1,24	2,82 −28,2	0 0,055	2
3	0,00118	−1,23 0,124	0 0,124	0,055 −0,055	3
1	0,00021	−1,106 1,106	0,124 0,487	0 −0,022	4
2	0,00011	0 −0,270	0,611 −0,611	−0,022 0,012	5
1	0,00005	−0,270 0,270	0 0,119	−0,010 −0,005	6
2	0,00002	0 0,050	0,119 −0,119	−0,015 0,002	7
1	0,00001	0,050 −0,050	0 0,020	−0,013 0	8
		0	0,020	−0,013	

Deformações totais:

$r_1 = (1) = -(0{,}00021 + 0{,}00005 + 0{,}00001) = -0{,}00027$ rad.
$r_4 = (2) = 0{,}00053 + 0{,}00011 + 0{,}00002 = 0{,}00066$ rad.
$U_A = (3) = 0{,}02680 + 0{,}00118 - 0{,}02798$ m

2.9 — Feita a operação de relaxação e conhecidas as deformações totais, as expressões a seguir apresentadas permitem-nos obter os momentos de continuidade e os esforços transversos instalados nas extremidades esquerda e direita, respectivamente A e B, do elemento $\overline{A, B}$.

Pilar $\overline{A,B}$:

$$M_A = -\left|\widehat{rx}\right|_{AB} \times (U_B - U_A) + m\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_A + f\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_B$$

$$M_B = -\left|\widehat{rx}\right|_{AB} \times (U_B - U_A) + m\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_B + f\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_A$$

$$X_B = -X_A = \left|\widehat{xx}\right|_{AB} (U_B - U_A) - \left|\widehat{xr}\right|_{AB} \times (r_A + r_B)$$

Viga $\overline{A,B}$:

$$M_A = -\left|\widehat{ry}\right|_{AB} \times (V_B - V_A) + m\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_A + f\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_B$$

$$M_B = -\left|\widehat{ry}\right|_{AB} \times (V_B - V_A) + m\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_B + f\left|\widehat{rr}\right|_{AB} \times r_B$$

$$Y_B = -Y_A = \left|\widehat{yy}\right|_{AB} \times (V_B - V_A) - \left|\widehat{yr}\right|_{AB} \times (r_A + r_B)$$

Estas expressões são idênticas às apresentadas para as vigas contínuas. Como então se fez, também agora elas serão reduzidas a impressos

QUADRO XLII — Momentos de continuidade

Recticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades : *Tonelada, metro*

Elementos $\overline{A,B}$	1 $\lvert \widehat{rx} \rvert_{AB}$	2 $U_B - U_A$	3 $\lvert \widehat{ry} \rvert_{AB}$	4 $V_B - V_A$	5 $m \lvert \widehat{rr} \rvert_{AB}$	6 $f \lvert \widehat{rr} \rvert_{AB}$	7 r_A	8 r_B	9 1×2	10 3×4	11 5×7	12 6×8	13 $12 + 12$	14 $\frac{1}{2} \times 11$	Pilares M_A $-9+11+12$	Pilares M_B $-9+13+14$	Vigas M_A $-10+11+12$	Vigas M_B $-10+13+14$
$\overline{1,2}$	105	$279,8 \times 10^{-4}$	—	—	630	315	0	$-2,7 \times 10^{-4}$	2,94	—	0	−0,09	−0,18	0	−3,03	−3,12	—	—
$\overline{3,4}$	105	$279,8 \times 10^{-4}$	—	—	630	315	0	$6,6 \times 10^{-4}$	2,94	—	0	0,21	0,42	0	−2,73	−2,52	—	—
$\overline{2,4}$	—	—	1181	0	4725	2362	$-2,7 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-4}$	—	0	−1,27	1,56	3,12	−0,63	—	—	0,29	0,29

QUADRO XLIII — Momentos de continuidade

Recticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades : *Tonelada, metro*

Elementos $\overline{A,B}$	1 $\lvert \widehat{xx} \rvert_{AB}$	2 $U_B - U_A$	3 $\lvert \widehat{yy} \rvert_{AB}$	4 $V_B - V_A$	5 $\lvert \widehat{xr} \rvert_{AB}$	6 $\lvert \widehat{yr} \rvert_{AB}$	7 r_A	8 r_B	9 $7 + 8$	10 1×2	11 3×4	12 5×9	13 6×9	Y_B $10 - 12$	Y_B $11 - 13$
$\overline{1,2}$	23,3	$279,8 \times 10^{-4}$	—	—	105	—	0	$-2,7 \times 10^{-4}$	$-2,7 \times 10^{-4}$	0,65	—	−0,03	—	0,68	—
$\overline{3,4}$	23,3	$279,8 \times 10^{-4}$	—	—	105	—	0	$6,6 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-4}$	0,65	—	0,07	—	0,58	—
$\overline{2,4}$	—	—	393,7	0	—	1181	$-2,7 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$	—	0	—	0,46	—	−0,46

QUADRO XLI — Verificação

Unidades: Tonelada, metro

Deformações	Acções residuais			Reacções de apoio					
	N_2	N_3	X_A	$-N_1$	$-N_4$	$-X_1$	$-X_4$	$-Y_1$	$-Y_4$
	−2,81	0	1,25						
$r_2 = -2{,}7 \times 10^{-4}$	1,42	0,63	−0,03	−0,08	0	0,03	0	−0,32	0,32
$r_4 = 6{,}6 \times 10^{-4}$	−1,56	−3,54	0,07	0	0,21	0	0,07	0,78	−0,78
$U_A = 279{,}8 \times 10^{-4}$	2,94	2,94	−1,30	−2,94	−2,94	−0,65	−0,65	0	0
	−0,01	0,03	−0,01	−3,02	−2,73	−0,62	−0,58	0,46	−0,46

Verificação das reacções de apoio:

$$-2{,}81 - 3{,}02 - 2{,}73 - 0{,}46 \times 6{,}0 + 1{,}25 \times 9{,}0 = 0{,}10 \text{ tm}$$

de cálculo que muito facilitam o cálculo dos momentos e esforços transversos.

Assim os Quadros XLII e XLIII não são mais do que estes impressos preenchidos com os valores escrito em itálico, relativos ao pórtico que pretendemos calcular.

Na fig. 46 obtêm-se fàcilmente e como já foi indicado, as acções finais originadas pela carga concentrada inicial.

2.10 — Para terminar, apresentaremos uma série de exemplos em que as questões até agora postas serão esclarecidas.

MOMENTOS E ESFORÇOS TRANSVERSOS

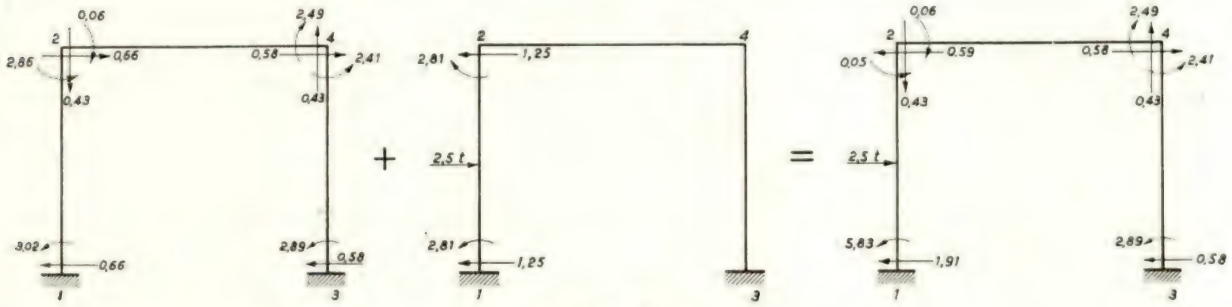


Fig. 46

QUADRO XLIV — Factores de operação

Unidades: Tonelada, metro

	Tipo	1 N_2	2 N_4	3 X_A	N_1	N_3	X_1	X_3	Y_1	Y_3
1	$r_2 = 1$	−5355	−2362	105	−315	0	−105	0	−1181	1181
2	$r_4 = 1$	−2362	−5355	105	0	−315	0	105	−1181	1181
3	$U_A = 1$	105	105	−46,7	105	105	23,3	23,3	0	0
4	$\Delta_3 = 1$	1181	1181	0	0	0	0	0	393,7	−393,7
5	$\delta_{2,t} = -1$	−105	0	0	−105	0	−23,3	0	0	0
6	$\delta_{4,t} = 1$	0	105	0	0	105	0	−23,3	0	0

Verificação:

$$(4): 1181 + 1181 - 393{,}7 \times 6{,}0 = 0$$

$$(5) \text{ e } (6): -105 - 105 + 105 + 105 = 0$$

2.º Exemplo:

Vamos supor que o apoio 3 do pórtico anterior tem um assentamento de apoio de 0,005 m e que, além da carga de 2,5 t, sofre um aumento de temperatura de 30°.

O Quadro XXXVIII é aumentado com os factores relativos a estas duas novas solicitações, Quadro XLIV.

O aumento de 30° origina, em virtude da simetria do pórtico, o acréscimo:

$$\delta_{2,t} = \delta_{4,t} = 10^{-5} \times 30^{\circ} \times \frac{6,0}{2} = 0,0009 \text{ m}$$

Nos Quadros XLVII e XLVIII calculam-se os momentos e esforços transversos e na fig. 47 apresentam-se as acções finais.

Como se vê, o facto de se considerar, além da carga concentrada, o assentamento do apoio e o aumento de temperatura pouco mais trabalho acarreta do que a resolução do primeiro exemplo apresentado em que só existia aquela solicitação.

3.º Exemplo

Seja a estrutura de dois tramos e dois pisos solicitada como a fig. 48, a) mostra. A figura 84, b) apresenta as acções de encastramento devidas àquela solicitação. No Quadro XLIX calcularam-se os coeficientes de influência de todos os elementos da estrutura.

O Quadro L apresenta os factores de operação.

QUADRO XLV — Relaxação

Unidades: Tonelada, metro

Tipo	Valor da relaxação	1 N_2	2 N_4	3 X_A	N.º
		— 2,81	0	1,25	
4	0,00500	5,91	5,91	0	1
		3,10	5,91	1,25	
5	0,00090	— 0,09	0	0	2
		3,01	5,91	1,25	
6	0,00090	0	0,09	0	3
		3,01	6,00	1,25	
3	0,02670	2,82	2,82	— 1,25	4
		5,83	8,82	0	
2	0,00165	- 3,90	— 8,82	0,17	5
		1,93	0	0,17	
1	0,00036	— 1,93	— 0,85	0,04	6
		0	— 0,85	0,21	
3	0,00450	0,47	0,47	— 0,21	7
		0,47	— 0,38	0	
1	0,00012	— 0,65	— 0,29	0,01	8
		— 0,18	— 0,67	0,01	
2	— 0,00013	0,30	0,67	0,01	9
		0,12	0	0	
1	0,00002	— 0,12	— 0,05	0	10
		0	— 0,05	0	

Deformações totais:

$r_2 = (1) = 0,00050$ rad.
$r_4 = (2) = 0,00153$ rad.
$U_A = (3) = 0,03120$ m
$\Delta_3 = (4) = 0,00500$ m $= V_4 - V_2$
$\delta_{2,t} = (5) = -0,00090$ m
$\delta_{4,t} = (6) = 0,00090$ m

QUADRO XLVI — Verificação

Unidades: Tonelada, metro

Deformações totais	Acções residuais			Reacções de apoio					
	N_2	N_4	X_A	$-N_1$	$-N_3$	$-X_1$	$-X_3$	$-Y_1$	$-Y_3$
	— 2,81	0	1,25						
$r_2 = 5 \times 10^{-4}$	— 2,69	— 1,18	0,05	0,16	0	0,05	0	0,59	— 0,59
$r_4 = 15,3 \times 10^{-4}$	— 3,60	— 8,17	0,16	0	0,48	0	0,16	1,80	— 0,80
$U_A = 312,0 \times 10^{-4}$	3,28	3,28	— 1,46	— 3,28	— 3,28	— 0,73	— 0,73	0	0
$\Delta_3 = 50,0 \times 10^{-4}$	5,91	5,91	0	0	0	0	0	1,91	— 1,97
$\delta_{2,t} = -9,0 \times 10^{-4}$	— 0,09	0	0	— 0,09	0	— 0,03	0	0	0
$\delta_{4,t} = 9,0 \times 10^{-4}$	0	0,09	0	0	0,09	0	0,03	0	0
	0	— 0,07	0	— 3,03	— 2,88	— 0,71	— 0,54	0,42	— 0,42

QUADRO *XLVII* — Momentos de continuidade

Recticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades : *Tonelada, metro*

Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Pilares		Vigas	
															M_A	M_B	M_A	M_B
$\overline{A,B}$	$\lvert\widehat{rx}\rvert_{AB}$	$U_B - U_A$	$\lvert\widehat{ry}\rvert_{AB}$	$V_B - V_A$	$m\lvert\widehat{rr}\rvert_{AB}$	$f\lvert\widehat{rr}\rvert_{AB}$	r_A	r_B	1×2	3×4	5×7	6×8	$12 + 12$	$\frac{1}{2} \times 11$	$-9 + 11 + 12$	$-9 + 13 + 14$	$-10 + 11 + 12$	$-10 + 13 + 14$
$\overline{1,2}$	105	$303{,}0 \times 10^{-4}$	—	—	630	315	0	$5{,}0 \times 10^{-4}$	3,18	—	0	0,16	0,32	0	−3,02	−2,86	—	—
$\overline{3,4}$	105	$321{,}0 \times 10^{-4}$	—	—	630	315	0	$15{,}3 \times 10^{-4}$	3,37	—	0	0,48	0,96	0	−2,89	−2,41	—	—
$\overline{2,4}$	—	—	1181	$50{,}0 \times 10^{-4}$	4725	2362	$5{,}0 \times 10^{-4}$	$15{,}3 \times 10^{-4}$	—	5,91	2,36	3,61	7,22	1,18	—	—	0,06	2,49

QUADRO *XLVIII* — Esforços transversos

Recticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades : *Tonelada, metro*

Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	X_B	Y_B
$\overline{A,B}$	$\lvert\widehat{xx}\rvert_{AB}$	$U_B - U_A$	$\lvert\widehat{yy}\rvert_{AB}$	$V_B - V_A$	$\lvert\widehat{xr}\rvert_{AB}$	$\lvert\widehat{yr}\rvert_{AB}$	r_A	r_B	$7 + 8$	1×2	3×4	5×9	6×9	$10 - 12$	$11 - 13$
$\overline{1,2}$	23,3	$303{,}0 \times 10^{-4}$	—	—	105	—	0	$5{,}0 \times 10^{-4}$	$5{,}0 \times 10^{-4}$	0,71	—	0,05	—	0,66	—
$\overline{3,4}$	23,3	$321{,}0 \times 10^{-4}$	—	—	105	—	0	$15{,}3 \times 10^{-4}$	$15{,}3 \times 10^{-4}$	0,74	—	0,16	—	0,58	—
$\overline{2,4}$	—	—	$393{,}7 \times 10^{-4}$	$50{,}0 \times 10^{-4}$	—	1181	$5{,}0 \times 10^{-4}$	$15{,}3 \times 10^{-4}$	$20{,}3 \times 10^{-4}$	—	1,97	—	2,40	—	−0,43

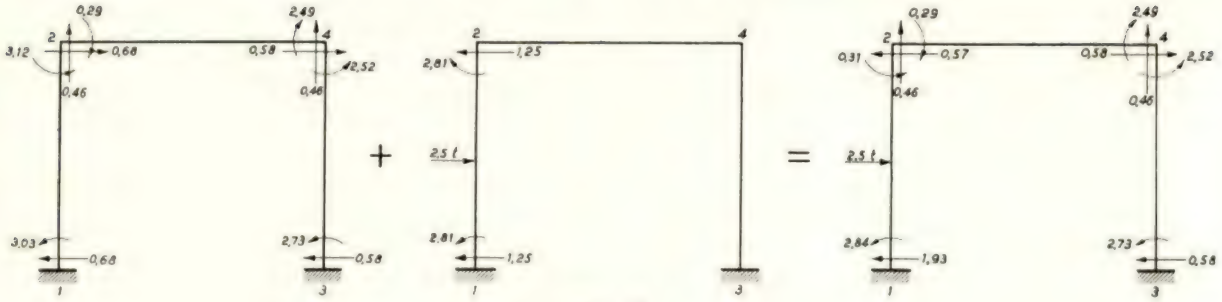


Fig. 47

QUADRO *XLIX* — Coeficientes de influência

Reticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades: *Tonelada, metro*

Pilares: $\left|\widehat{xx}\right| = 12\,\frac{B}{L^3}$; $\left|\widehat{rx}\right| = \left|\widehat{xr}\right| = 6\,\frac{B}{L^2}$

Vigas: $\left|\widehat{yy}\right| = 12\,\frac{B}{L^3}$; $\left|\widehat{ry}\right| = \left|\widehat{yr}\right| = 6\,\frac{B}{L^2}$

Pilares e vigas: $m\left|\widehat{rr}\right| = 4\,\frac{B}{L}$; $f\left|\widehat{rr}\right| = 2\,\frac{B}{L}$

Elementos		E	I	B	L	$\left\|\widehat{xx}\right\|$	$\left\|\widehat{yy}\right\|$	$\left\|\widehat{xx}\right\|$ $\left\|\widehat{xr}\right\|$	$\left\|\widehat{ry}\right\|$ $\left\|\widehat{yr}\right\|$	$\left\|\widehat{rr}\right\|$	
Vigas	Pilares									m	f
2,5		21×10^5	8×10^{-4}	$16{,}8\times10^{-2}$	4,0	—	315	—	630	1680	840
5,8			32×10^{-4}	$67{,}2\times10^{-2}$	8,0	—	157,5	—	630	3360	1680
3,6			4×10^{-4}	$8{,}4\times10^{-2}$	4,0	—	157,5	—	315	840	420
6,9			16×10^{-4}	$33{,}6\times10^{-2}$	8,0	—	78,75	—	315	1680	840
	1,2		12×10^{-4}	$25{,}2\times10^{-2}$	6,0	140	—	420	—	1680	840
	4,5		24×10^{-4}	$50{,}4\times10^{-2}$	6,0	280	—	840	—	3360	1680
	7,8		18×10^{-4}	$37{,}8\times10^{-2}$	6,0	210	—	630	—	2520	1260
	2,3		4×10^{-4}	$8{,}4\times10^{-2}$	4,0	157,5	—	315	—	840	420
	5,6		12×10^{-4}	$25{,}2\times10^{-2}$	4,0	472,5	—	945	—	2520	1260
	8,9		8×10^{-4}	$16{,}8\times10^{-2}$	4,0	315	—	630	—	1680	840

O exame deste quadro permite-nos verificar que ele é formado pelas oito relaxações das sujeições dos nós e dos pisos e por uma outra que não é mais do que uma relaxação bloco, idêntica às apresentadas para os sistemas articulados.

Para não alongar a apresentação destes exemplos, não incluímos a verificação dos Quadros XLIX e L que sempre se deve fazer antes de se começar a relaxação. Convém ainda desenhar primeiro a estrutura deformada devida às acções não equilibradas que concentramos nos nós. Este desenho, fig. 49, fornecer-nos-á indicações que facilitarão muito a anulação das forças residuais. Nesta figura indicaram-se a tracejado as rotações dos nós devidas às forças horizontais. A estas rotações há que juntar as devidas aos momentos não equilibrados que se indicam a traço cheio. Verifica-se que estas rotações se somam nos nós 2, 5, 6 e se subtraem nos nós 3, 8 e 9; isto quer dizer que as rotações daqueles nós serão muito maiores do que as destes. Outra indicação que se tira é o provável sinal dos

QUADRO L — Factores de operação

Unidades : Tonelada, metro

	Tipo	1 N_2	2 N_3	3 N_7	4 N_6	5 N_8	6 N_9	7 X_A	8 X_B	N_1	N_4	N_7	X_1	X_4	X_7	Y_1	Y_4	Y_7
1	$r_2 = 1$	—4200	— 420	— 840	0	0	0	105	315	— 840	0	0	— 420	0	0	— 630	630	0
2	$r_3 = 1$	— 420	—1680	0	— 420	0	0	— 315	315	0	0	0	0	0	0	— 315	315	0
3	$r_5 = 1$	— 840	0	—10.920	—1260	—1680	0	— 105	945	0	—1680	0	0	— 840	0	— 630	0	630
4	$r_6 = 1$	0	— 420	—1260	—5040	0	— 840	— 945	945	0	0	0	0	0	0	— 315	0	315
5	$r_8 = 1$	0	0	—1680	0	—7560	— 840	0	630	0	0	—1260	0	0	— 630	0	— 630	630
6	$r_9 = 1$	0	0	0	— 840	— 840	—3360	— 630	630	0	0	0	0	0	0	0	— 315	315
7	$U_A = 1$	105	— 315	— 105	— 945	0	— 630	—1575	945	420	840	630	140	280	210	0	0	0
8	$U_B = 1$	315	315	945	945	630	630	945	— 945	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	$U_A = U_B = 1$	420	0	840	0	630	0	— 630	0	420	840	630	140	280	210	0	0	0

ângulos de rotação. Não será demais insistir que é de toda a conveniência ter-se ideias certas a respeito da deformação das estruturas.

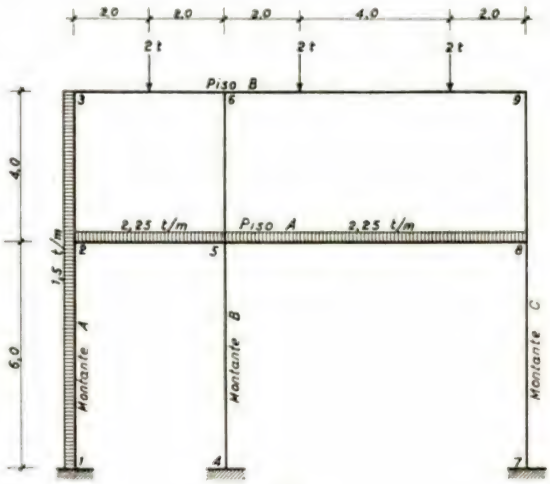


Fig. 48,a

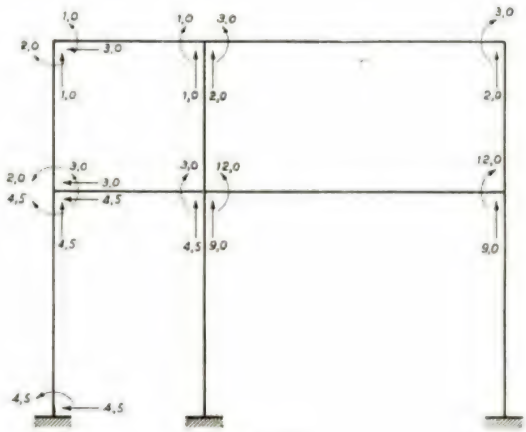


Fig. 48,b

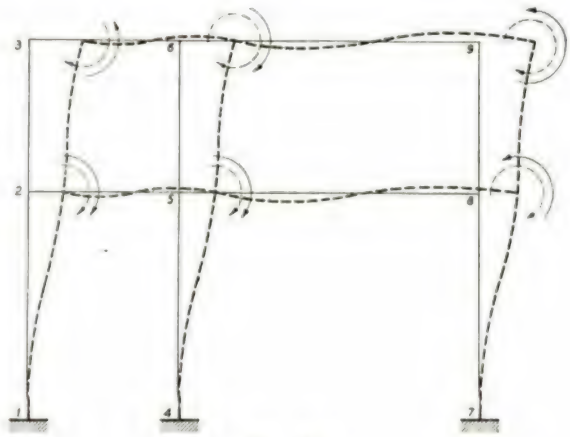
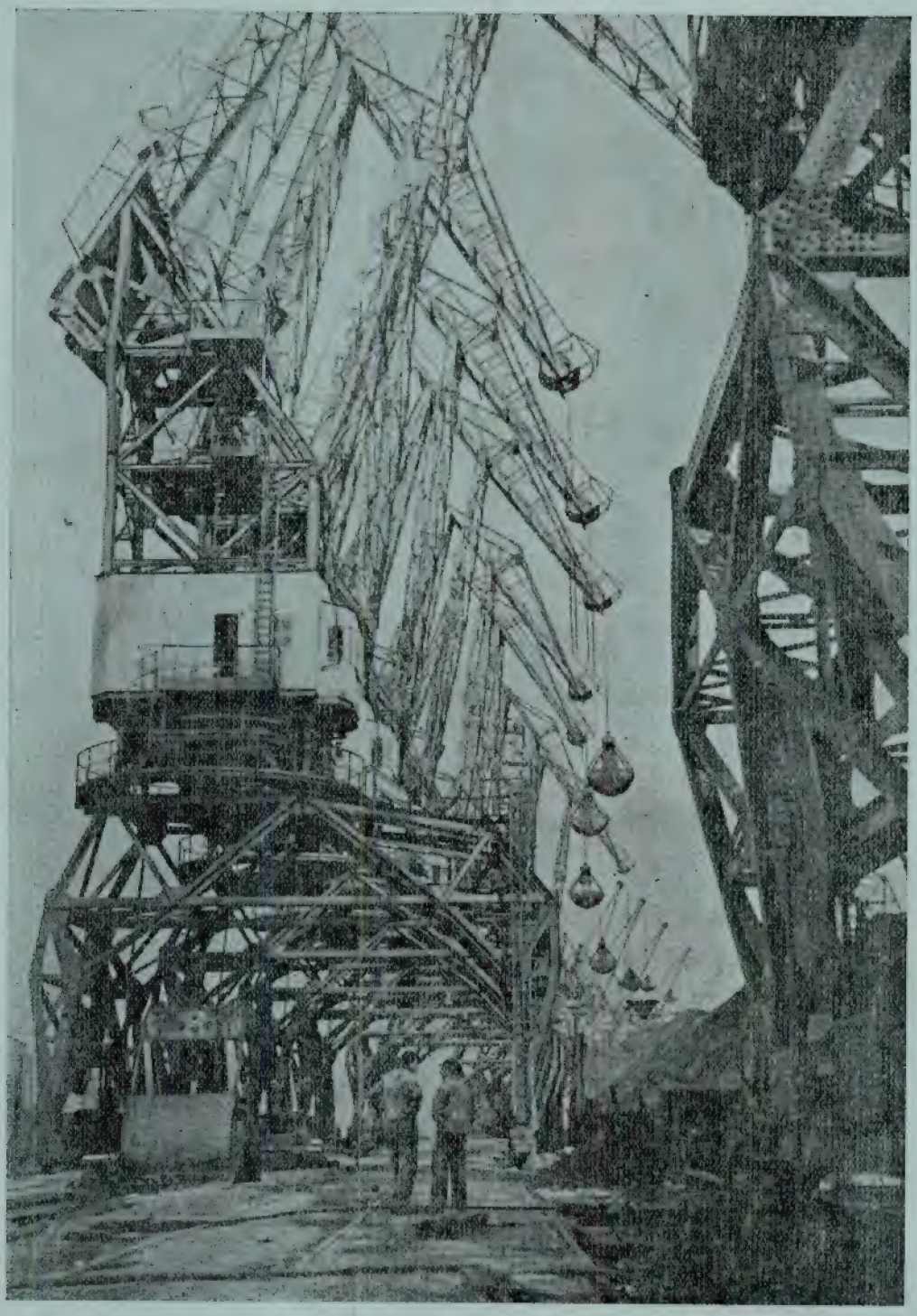


Fig. 49

SOCIÉTÉ APPLEVAGE—Paris



14 guindastes de 7.5 ton. Força — alcance de 8 a 26 metros — Porto de Rouen — França

DELEGADOS EM PORTUGAL

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.° ● LISBOA ● Telefones 6 0692 - 6 6082

No Continente como no Ultramar defendem e seguram importantes capitais aplicados nas grandes obras hidro-eléctricas nacionais:

BELVER
CABRIL
CASTELO DO BODE
MABUBAS
SERRA DA ESTRELA
PRACANA
SALAMONDE
VENDA NOVA

PRODUTOS INERTOL

A Construção Civil confia-lhes, também, a protecção de seus:

ALICERCES
EMPENAS
TERRAÇOS
CASAS DE BANHO
PISCINAS
DEPÓSITOS
TUBAGENS
ETC., ETC.

Pelos telefones:

LISBOA 56999 • PORTO 27648

presta-se assistência imediata a qualquer consulta ou informação

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

CONSULTE...

PARA ESTUDOS E FORNECIMENTOS RELATIVOS A

- FORÇA MOTRIZ
- PRODUÇÃO E CONDUÇÃO DE VAPOR
- TRATAMENTO DE ÁGUAS
- REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL
- MATERIAL ELECTRICO
- TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
- TRACÇÃO EM CAMINHOS DE FERRO
- CALDEIRARIA E MECANICA PESADA
- ELEVAÇÃO E MANUTENÇÃO
- EQUIPAMENTO PARA METALURGIA
- REFINAÇÃO DE AÇÚCAR
- ENSAIOS LABORATORIAIS

SOCIEDADE DE ESTUDOS TÉCNICOS S. A. R. L.

RUA MARQUÊS DE FRONTEIRA, 8 - TEL. 48165/7 - LISBOA

TOPOGRAFIA GERAL

Pelo Eng.º Carvalho Xerez

2 VOLUMES

Preço de cada volume encadernado

150$00

Desconto de 10 % aos assinantes

EDIÇÃO DA TÉCNICA

QUADRO LI — Relaxação

Unidades: Tonelada, metro

Tipo	Valor da relaxação	1 N_2	2 N_3	3 N_5	4 N_3	5 N_1	6 N_1	7 X_A	8 X_B	N.º
		0,50	—1,00	9,00	2,00	—12,00	—3,00	7,50	3,00	
8	0,00317	1,00	1,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	—3,00	1
		1,50	0	12,00	5,00	—10,00	—1,00	10,50	0	
9	0,01667	7,00	0	14,00	0	10,50	0	—10,50	0	2
		8.50	0	26,00	5,00	0,50	—1,00	0	0	
3	0,00238	—2,00	0	—26,00	—3,00	4,00	0	— 0,25	2,25	3
		6,25	0	0	2,00	— 3,50	—1,00	— 0,25	2,25	
1	0,00155	— 6,25	—0,65	— 1,30	0	0	0	0,16	0,48	4
		0	—0,65	— 1,30	2,00	— 3,50	—1,00	— 0,09	2,73	
8	0,00371	1,16	1,16	3,50	3.50	2,33	2,33	3,50	—3,50	5
		1,16	0,51	2,20	5,50	— 1,17	1,33	3,41	—0,77	
9	0,00541	2,27	0	4,54	0	3,41	0	— 3,41	0	6
		3,43	0,51	6,74	5,50	2,24	1,33	0	—0,77	
3	0,00051	—0.42	0	— 5,50	—0,63	— 0,85	0	— 0,06	0,48	7
		3,01	0.51	1,24	4,87	1,39	1,33	— 0,06	—0,29	
4	0,00089	0	—0,38	— 1,13	—4,50	0	— 0,75	— 0,84	0.84	8
		3,01	0,13	0,11	0,37	1,39	0,58	— 0,90	0,55	
1	0,00072	—3,01	—0,31	— 0,60	0	0	0	0,08	0,22	9
		0	—0,18	— 0,49	0,37	1,39	0,58	— 0,82	0,77	
5	0,00019	0	0	— 0,31	0	— 1,39	—0,16	0	0,12	10
		0	— 0,18	— 0,80	0,37	0	0.42	— 0,82	0,89	
8	0,00137	0,43	0,43	1,30	1,30	0,87	0,87	1,30	—1,30	11
		0,43	0,25	0,50	1,67	0,87	1,29	0,48	—0,41	
4	0,00030	0	—0,13	— 0,38	—1.50	0	—0,25	— 0,28	0,28	12
		0,43	0,12	0,12	0,17	0.87	1,04	0.20	—0,13	
6	0,00031	0	0	0	— 0,26	— 0,26	—1,04	— 0,19	0,19	13
		0,43	0,12	0,12	—0,09	0,61	0	0,01	0,06	
5	0,00008	0	0	— 0,13	0	— 0,61	—0,07	0	0,05	14
		0,43	0,12	— 0,01	—0 09	0	—0,07	0,01	0,11	
1	0,00010	—0 43	—0,04	— 0,08	0	0	0	0,01	0,03	15
		0	0,08	— 0,09	— 0,09	0	— 0,07	0,02	0,14	
8	0,00015	0,05	0.05	0,14	0,14	0,09	0,09	0,14	—0,14	16
		0,05	0,13	0,05	0,05	0,09	0,02	0,16	0	
9	0,00025	0,10	0	0,21	0	0,16	0	— 0,16	0	17
		0,15	0,13	0,26	0,05	0,25	0,02	0	0	
3	0,00002	— 0,02	0	— 0,20	—0,03	— 0,03	0	0	0,02	18
		0,13	0,13	0,06	0,02	0,22	0,02	0	0,02	
1	0,00003	—0,13	—0,01	— 0.03	0	0	0	0	0,01	19
		0	0,12	0,03	0,02	0,22	0,02	0	0,03	
5	0,00003	0	0	— 0.04	0	— 0,22	—0,02	0	0,01	20
		0	0,12	— 0.01	0,02	0	0	0	0,04	
2	0,00007	—0,03	—0,12	0	—0,03	0	0	—0,02	0,02	21
		—0,03	0	— 0,01	—0,01	0	0	—0,02	0,06	

No Quadro LI faz-se a relaxação. Não apresenta qualquer aspecto que não tenha sido já focado em exemplos anteriores. As deformações totais são:

$r_2 = (1) = 0{,}00240$ rad.
$r_3 = (2) = 0{,}00007$ »
$r_4 = (3) = 0{,}00291$ »
$r_5 = (4) = 0{,}00119$ »
$r_6 = (5) = 0{,}00029$ »
$r_7 = (6) = 0{,}00021$ rad.

$U_A = (9) = 0{,}02233$ m
$U_B = (8) + (9) = 0{,}03073$ m

O valor das deformações confirma as indicações que o exame da estrutura deformada nos forneceu; mostra ainda que as deformações horizontais são muito importantes.

Os Quadros LII, LIII e LIV completam o cálculo deste exemplo e na fig. 50 apresentam-se os momentos e esforços transversos concentrados nos nós da estrutura.

QUADRO LII — Verificação

Unidades: Tonelada, metro

Deformações		Acções residuais								Reacções de apoio								
Totais		N_2	N_3	N_5	N_6	N_8	N_9	X_A	X_B	$-N_1$	$-N_4$	$-N_7$	$-X_1$	$-X_4$	$-X_7$	$-Y_1$	$-Y_4$	$-Y_7$
		0,50	−1,00	9,00	2,00	−12,00	− 3,00	7,50	3,00									
$r_2 =$	0,00240	−10,08	−1,01	− 2,02	0	0	0	0,25	0,76	2,02	0	0	1,01	0	0	1,51	− 1,51	0
$r_3 =$	0,00097	− 0,03	−0,12	0	− 0,03	0	0	− 0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02	− 0,02	0
$r_5 =$	0,00291	− 2,44	0	−31,74	− 3,66	− 4,88	0	− 0,31	2,75	0	4,88	0	0	2,44	0	1,84	0	− 1,84
$r_6 =$	0,00119	0	−0,50	− 1,50	− 6,01	0	− 1,00	− 1,13	1,13	0	0	0	0	0	0	0,37	0	− 0,37
$r_8 =$	0,00029	0	0	− 0,49	0	− 2,22	− 0,25	0	0,18	0	0	0,37	0	0	0,18	0	0,18	− 0,18
$r_9 =$	0,00031	0	0	0	− 0,26	− 0,26	− 1,03	− 0,19	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0,10	− 0,10
$U_A =$	0,02233	2,34	−7,03	− 2,34	−21,10	0	−14,07	−35,16	−21,10	− 9,38	− 18,75	−14,07	− 3,12	− 6,25	− 4,69	0	0	0
$U_B =$	0,03073	9,68	9,68	29,04	29,04	19,35	19,35	29,04	−29,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		− 0,03	0,02	− 0,05	− 0,04	− 0,02	0	− 0,03	0,09	− 7,36	− 13,87	−13,70	− 2,01	− 3,81	− 4,51	3,74	− 1,25	− 2,49

QUADRO *LIII* — Momentos de continuidade

Recticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades : *Tonelada, metro*

Elementos $\overline{A,B}$	1 $\lvert \widehat{rx} \rvert_{AB}$	2 $U_B - U_A$	3 $\lvert \widehat{ry} \rvert_{AB}$	4 $V_B - V_A$	5 $m \lvert \widehat{rr} \rvert_{AB}$	6 $f \lvert \widehat{rr} \rvert_{AB}$	7 r_A	8 r_B	9 1×2	10 3×4	11 5×7	12 6×8	13 $12 + 12$	14 $\frac{1}{2} \times 11$	Pilares M_A $-9+11+12$	Pilares M_B $-9+13+14$	Vigas M_A $-10+11+12$	Vigas M_B $-10+13+14$
$\overline{1,2}$	420	$223,3 \times 10^{-4}$	—	—	1680	840	0	$24,0 \times 10^{-4}$	9,37	—	0	2,02	4,03	0	— 7,35	— 5,34	—	—
$\overline{2,3}$	315	$84,0 \times 10^{-4}$	—	—	840	420	$24,0 \times 10^{-4}$	$0,7 \times 10^{-4}$	2,65	—	2,02	0,03	0,06	1,01	— 0,60	— 1,58	—	—
$\overline{4,5}$	840	$223,3 \times 10^{-4}$	—	—	3360	1680	0	$29,1 \times 10^{-4}$	18,75	—	0	4,88	9,76	0	— 13,87	— 8,99	—	—
$\overline{5,6}$	945	$84,0 \times 10^{-4}$	—	—	2520	1260	$29,1 \times 10^{-4}$	$11,9 \times 10^{-4}$	7,94	—	7,32	1,50	3,00	3,66	0,88	— 1,28	—	—
$\overline{7,8}$	630	$223,3 \times 10^{-4}$	—	—	2520	1260	0	$2,9 \times 10^{-4}$	14,07	—	0	0,37	0,74	0	— 13,70	— 13,33	—	—
$\overline{8,9}$	630	$84,0 \times 10^{-4}$	—	—	1680	840	$2,9 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-4}$	5,29	—	0,49	0,26	0,52	2,24	— 4,54	— 4,53	—	—
$\overline{2,5}$	—	—	630	0	1680	840	$24,0 \times 10^{-4}$	$29,1 \times 10^{-4}$	—	0	4,03	2,44	4,88	2,01	—	—	6,47	6,89
$\overline{5,8}$	—	—	630	0	3360	1680	$29,1 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-4}$	—	0	9,77	0,49	0,98	4,88	—	—	10,26	5,66
$\overline{3,6}$	—	—	315	0	840	420	$0,7 \times 10^{-4}$	$11,9 \times 10^{-4}$	—	0	0,06	0,50	1,00	0,03	—	—	0,59	1,03
$\overline{6,9}$	—	—	315	0	1680	840	$11,9 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-4}$	—	0	2,00	0,26	0,52	1,00	—	—	2,26	1,52

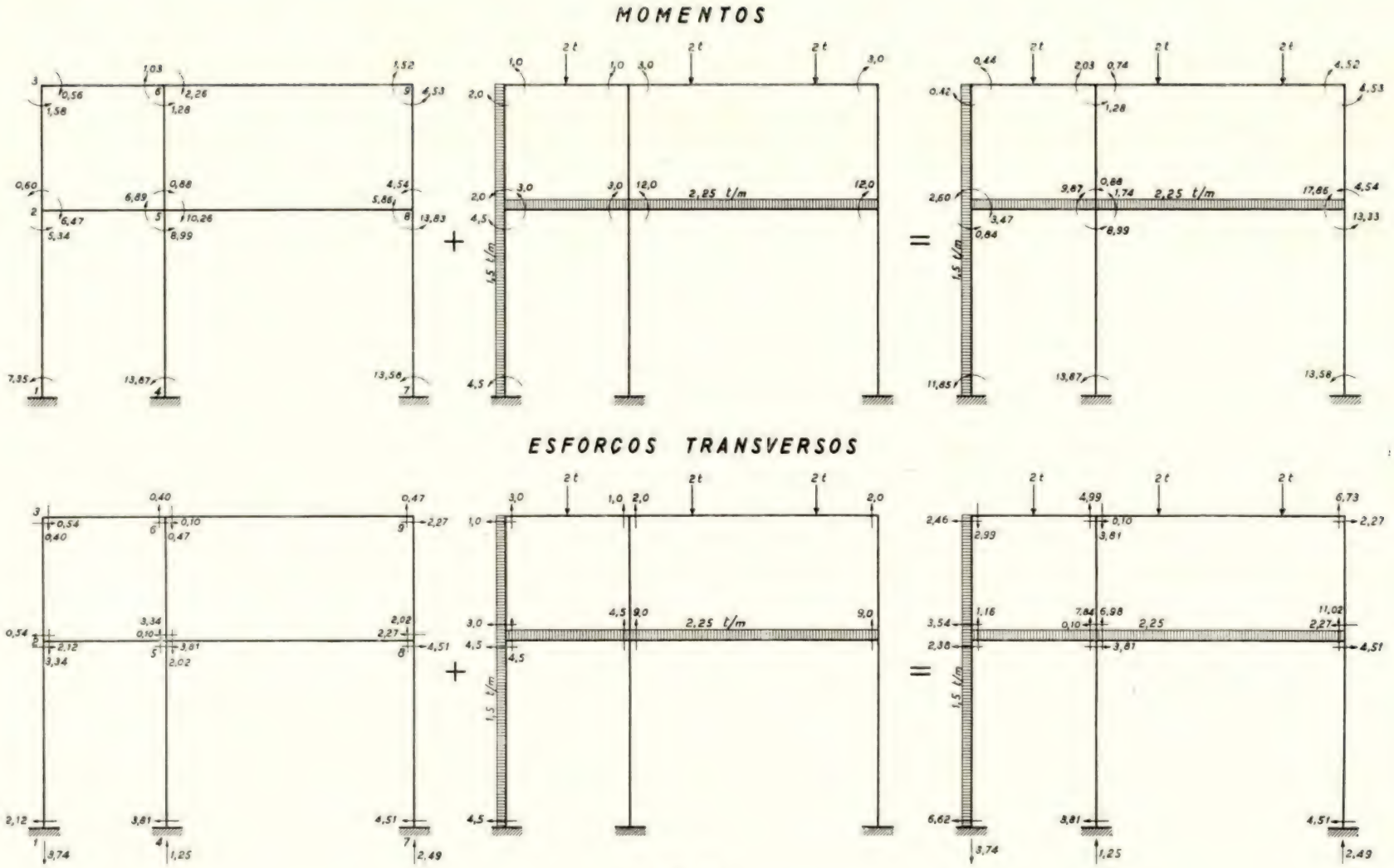


Fig. 50

QUADRO LX — Factores de operação

Unidades: Tonelada, metro

	Tipo	1 N_2	2 N_3	3 N_5	4 N_6	5 N_8	6 N_9	N_1	N_4	N_7	Y_1	X_3	X_7	Y_1	Y_4	Y_7
1	$r_2 = 1$	−4200	−420	−840	0	0	0	−840	0	0	−420	0	0	−630	630	0
2	$r_3 = 1$	−420	−1680	0	−420	0	0	0	0	0	0	0	0	−315	315	0
3	$r_5 = 1$	−840	0	−10.920	−1260	−1680	0	0	−1680	0	0	−840	0	−630	0	630
4	$r_6 = 1$	0	−420	−1260	−5040	0	−840	0	0	0	0	0	0	−315	0	315
5	$r_8 = 1$	0	0	−1680	0	−7560	−840	0	0	−1260	0	0	−630	0	−630	630
6	$r_9 = 1$	0	0	0	−840	−840	−3360	0	0	0	0	0	0	0	−315	315
7	$\delta_{2,t} = -1$	−420	0	0	0	0	0	−280	0	0	−140	0	0	0	0	0
8	$\delta_{5,t} = -1$	0	0	0	0	0	0	−840	0	0	0	−280	0	0	0	0
9	$\delta_{8,t} = 1$	0	0	−840	0	630	0	0	0	630	0	0	210	0	0	0

4.º Exemplo

No exemplo anterior suposemos que as sapatas dos montantes estavam perfeitamente encastradas no solo de fundação. Só em solos rochosos e quando forem tomadas as precauções construtivas necessárias esta hipótese se aproximará mais ou menos na realidade.

Vamos por isso supor que o solo de fundação dá às sapatas da estrutura do 3.º exemplo apenas um semi-encastramento.

O módulo de resistência E_t do solo vale 3.000 Kg/cm² e as dimensões das sapatas são: $a = 2{,}5$ m; $b = 1{,}8$ m e $c = 0{,}8$ m. Como $c < a, b$, o momento resistente por unidade de ângulo de rotação das sapatas com que o solo reage, é:

$$M_R = \frac{E_t}{24}\,(2\,a^1 + b\,) = 464 \text{ tm}$$

Este valor permite-nos calcular, na folha de cálculo respectiva, fig. 38, os factores de operação relativos às rotações unitárias positivas das sujeições dos apoios, 1, 4, 7. Com estes factores e com os já calculados no Quadro L formamos o Quadro LV, em que podemos observar uma nova relaxação de grupo resultante da observação de que as rotações das fundações, apesar de diferentes, são com certeza de valor muito aproximado.

A relaxação é feita no Quadro LVI. É um pouco mais extensa do que a do exemplo anterior, mas não muito mais. As deformações totais são:

$r_2 = (1) = 0{,}00392$ rad.
$r_3 = (2) = 0{,}00025$ »
$r_5 = (3) = 0{,}00418$ »
$r_6 = (4) = 0{,}00142$ »
$r_8 = (5) = 0{,}00164$ »
$r_9 = (6) = 0{,}00051$ »
$U_A = (7) + (12) = 0{,}06460$ m
$U_B = (8) + (12) = 0{,}07615$ m
$r_1 = (9) + (13) = 0{,}01324$ rad.
$r_4 = (10) + (13) = 0{,}01234$ »
$r_7 = (11) + (13) = 0{,}01291$ »

É interessante observar o grande aumento que os deslocamentos horizontais U_A e U_B sofreram.

A partir destas deformações formam-se os Quadros LVII, LVIII e LIX que completam o

QUADRO *LIV* — Esforços transversos

Reticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades : *Tonelada, metro*

Elementos $\overline{A,B}$	1 $\lvert\widehat{xx}\rvert_{AB}$	2 $U_B - U_A$	3 $\lvert\widehat{yy}\rvert_{AB}$	4 $V_B - V_A$	5 $\lvert\widehat{xr}\rvert_{AB}$	6 $\lvert\widehat{yr}\rvert_{AB}$	7 r_A	8 r_B	9 $7+8$	10 $\times 1\ 2$	11 3×4	12 5×9	13 6×9	X_B $10-12$	Y_B $11-13$
$\overline{1,2}$	140	$223,3\times 10^{-4}$	—	—	420	—	0	$24,0\times 10^{-4}$	$24,0\times 10^{-4}$	3,13	—	1,01	—	2,12	—
$\overline{2,3}$	167,5	$84,0\times 10^{-4}$	—	—	315	—	$24,0\times 10^{-4}$	$0,7\times 10^{-4}$	$24,7\times 10^{-4}$	1,32	—	0,78	—	0 54	—
$\overline{4,5}$	278	$223,3\times 10^{-4}$	—	—	840	—	0	$29,1\times 10^{-4}$	$29,1\times 10^{-4}$	6,25	—	2,44	—	3,81	—
$\overline{5,6}$	472,5	$84,0\times 10^{-4}$	—	—	945	—	$29,1\times 10^{-4}$	$11,9\times 10^{-4}$	$41,0\times 10^{-4}$	3,97	—	3,87	—	0,10	—
$\overline{7,8}$	210	$223,3\times 10^{-4}$	—	—	630	—	0	$2,9\times 10^{-4}$	$2,9\times 10^{-4}$	4,69	—	0,18	—	4,51	—
$\overline{8,9}$	315	$84,0\times 10^{-4}$	—	—	630	—	$2,9\times 10^{-4}$	$3,1\times 10^{-4}$	$6,0\times 10^{-4}$	2,65	—	0,38	—	2,27	—
$\overline{2,5}$	—	—	315	0	—	630	$24,0\times 10^{-4}$	$29,1\times 10^{-4}$	$53,1\times 10^{-4}$	—	0	—	3,34	—	— 3,34
$\overline{5,8}$	—	—	157,5	0	—	630	$29,1\times 10^{-4}$	$2,9\times 10^{-4}$	$32,0\times 10^{-4}$	—	0	—	2,02	—	— 2,02
$\overline{3,6}$	—	—	157,5	0	—	315	$0,7\times 10^{-4}$	$11,9\times 10^{-4}$	$12,6\times 10^{-4}$	—	0	—	0,40	—	— 0,40
$\overline{6,9}$	—	—	78,75	0	—	315	$11,9\times 10^{-4}$	$3,1\times 10^{-4}$	$15,0\times 10^{-4}$	—	0	—	0,47	—	— 0,47

QUADRO LV— Factores de operação

Unidades : Tonelada, metro

	Tipo	1 N_2	2 N_3	3 N_5	4 N_5	5 N_5	6 N_5	7 X_7	8 X_8	9 N_1	10 N_4	11 N_7	N'_1	N'_4	N'_7	X_1	X_4	X_7	Y_A	Y_B	Y_C
1	$r_2=1$	−4200	−420	−840	0	0	0	105	315	−840	0	0	0	0	0	−420	0	0	−630	630	0
2	$r_3=1$	−420	−1680	0	−420	0	0	−315	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	−315	315	0
3	$r_5=1$	−840	0	−10.920	−1260	−1680	0	−105	945	0	−1680	0	0	0	0	0	−840	0	−630	0	630
4	$r_6=1$	0	−420	−1260	−5040	0	−840	−945	945	0	0	0	0	0	0	0	0	0	−315	0	315
5	$r_8=1$	0	0	−1680	0	−7560	−840	0	630	0	0	−1260	0	0	0	0	0	−630	0	−630	630
6	$r_9=1$	0	0	0	−840	−840	−3360	−630	630	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	−315	315
7	$U_A=1$	105	−315	−105	−945	0	−630	−1575	945	420	840	630	0	0	0	140	280	210	0	0	0
8	$U_B=1$	315	315	945	−945	630	630	945	−945	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	$r_1=1$	−840	0	0	0	0	0	420	0	−2144	0	0	464	0	0	−420	0	0	0	0	0
10	$r_4=1$	0	0	−1680	0	0	0	840	0	0	−3824	0	0	464	0	0	−840	0	0	0	0
11	$r_7=1$	0	0	0	0	−1260	0	630	0	0	0	−2984	0	0	464	0	0	−630	0	0	0
12	$U_A=U_B=1$	420	0	840	0	630	0	−630	0	420	840	630	0	0	0	140	280	210	0	0	0
13	$r_1=r_4=r_7=1$	−840	0	−1680	0	−1260	0	1890	0	−2144	−3824	−2984	464	464	464	−420	−840	−630	0	0	0

QUADRO LVI — Relaxação

Unidades: Tonelada, metro

Tipo	Valor de relaxação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		N_2	N_3	N_5	N_0	N_8	N_9	X_A	X_B	N_1	N_4	N_7	
8	0,00529	0,50 1,66	— 1,00 1,66	0,00 5,00	2,00 5,00	— 12,00 3,34	— 3,00 3,34	7,50 5,00	3,00 — 5,00	4,50 0	0 0	0 0	1
12	0,03966	2,16 16,66	0,66 0	14,00 33,32	7,00 0	— 8,66 25,00	0,34 0	12,50 — 25,00	— 2,00 0	4,50 16,66	0 33,32	0 25,00	2
13	0,00835	18,82 — 7,01	0,66 0	47,32 — 14,03	7,00 0	16,34 — 10,52	0,34 0	— 12,50 15,78	— 2,00 0	21,16 — 17,90	33,32 — 31,93	25,00 — 25,00	3
3	0,00330	11,81 — 2,77	0,66 0	33,29 — 36,00	7,00 — 4,15	5,82 — 5,50	0,34 0	3,28 — 0,35	— 2,00 3,12	3,26 0	1,39 — 5,50	0 0	4
1	0,00252	9,04 — 10,54	0,66 — 1,05	— 2,71 — 2,10	2,85 0	0,32 0	0,34 0	2,93 0,26	1,12 0,79	3,26 — 2,10	— 4,11 0	0 0	5
8	0,00308	— 1,50 0,97	— 0,39 0,97	— 4,81 2,91	2,85 2,91	0,32 1,94	0,34 1,94	3,19 2,91	1,91 — 2,91	1,16 0	— 4,11 0	0 0	6
12	0,01265	— 0,53 5,32	0,58 0	— 1,90 10,65	5,76 0	2,26 8,00	2,28 0	6,10 — 8,00	— 1,00 0	1,16 5,32	— 4,11 10,65	0 8,00	7
13	0,00170	4,79 — 1,43	0,58 0	8,75 — 2,86	5,76 0	10,26 — 2,15	2,28 0	— 1,90 3,20	— 1,00 0	6,48 — 3,65	6,54 — 6,54	8,00 — 5,10	8
5	0,00107	3,36 0	0,58 0	5,89 — 1,80	5,76 0	8,11 — 8,11	2,28 — 0,90	1,30 0	— 1,00 0,68	2,83 0	0 0	2,90 — 1,38	9
4	0,00114	3,36 0	0,58 — 0,48	4,09 — 1,44	5,76 — 5,76	0 0	1,38 — 0,96	1,30 — 1,08	— 0,32 1,08	2,83 0	0 0	1,52 0	10
1	0,00107	3,36 — 4,50	0,10 — 0,45	2,65 — 0,90	0 0	0 0	0,42 0	0,22 0,11	0,76 0,34	2,83 — 0,90	0 0	1,52 0	11
8	0,00212	— 1,14 0,67	— 0,35 0,67	1,75 2,60	0 2,00	0 1,34	0,42 1,34	0,33 2,00	1,10 — 2,00	1,93 0	0 0	1,52 0	12
12	0,00478	— 0,47 2,00	0,32 0	3,75 4,00	2,00 0	1,34 3,00	1,76 0	2,33 — 3,00	— 0,90 0	1,93 2,00	0 4,00	1,52 3,00	13
13	0,00105	1,53 — 0,88	0,32 0	7,75 — 1,76	2,00 0	4,34 — 1,32	1,76 0	— 0,67 1,98	— 0,90 0	3,93 — 2,24	4,00 — 4,00	4,52 — 3,13	14
3	0,00055	0,65 — 0,46	0,32 0	5,99 — 5,99	2,00 — 0,69	3,02 — 0,92	1,76 0	1,31 — 0,06	— 0,90 0,52	1,69 0	0 — 0,92	1,39 0	15
5	0,00028	0,19 0	0,32 0	0 — 0,47	1,31 0	2,10 — 2,10	1,76 — 0,23	1,25 0	— 0,38 0,17	1,69 0	— 0,92 0	1,39 — 0,35	16
6	0,00045	0,19 0	0,32 0	— 0,47 0	1,31 — 0,37	0 — 0,37	1,53 — 1,53	1,25 — 0,28	— 0,21 0,28	1,69 0	— 0,92 0	1,04 0	17
12	0,00313	0,19 1,31	0,32 0	— 0,47 2,62	0,94 0	— 0,37 1,97	0 0	0,97 — 1,97	0,07 0	1,69 1,31	— 0,92 2,62	1,04 1,97	18
13	0,00066	1,50 — 0,55	0,32 0	2,15 — 1,10	0,94 0	1,60 — 0,82	0 0	— 1,00 1,24	0,07 0	3,00 — 1,40	1,70 — 2,50	3,01 — 1,96	19
9	0,00098	0,95 — 0,82	0,32 0	1,05 0	0,94 0	0,78 0	0 0	0,24 0,41	0,07 0	1,60 — 2,10	— 0,80 0	1,05 0	20
11	0,00057	0,13 0	0,32 0	1,05 0	0,94 0	0,78 — 0,72	0 0	0,65 0,36	0,07 0	— 0,50 0	— 0,80 0	1,05 — 1,70	21
3	0,00018	0,13 — 0,15	0,32 0	1,05 — 2,00	0,94 — 0,23	0,06 — 0,31	0 0	1,01 — 0,02	0,07 0,17	— 0,50 0	— 0,80 — 0,31	— 0,65 0	22
4	0,00020	— 0,02 0	0,32 — 0,08	— 0,95 — 0,25	0,71 — 1,00	— 0,25 0	0 — 0,17	0,99 — 0,19	0,24 0,19	— 0,50 0	— 1,11 0	— 0,65 0	23
8	0,00106	— 0,02 0,33	0,24 0,33	— 1,20 1,00	— 0,29 1,00	— 0,25 0,67	— 0,17 0,67	0,80 1,00	0,43 1,00	— 0,50 0	— 1,11 0	— 0,65 0	24
12	0,00397	0,31 1,67	0,57 0	— 0,20 3,34	0,71 0	0,42 2,50	0,50 0	1,80 — 2,50	— 0,57 0	— 0,50 1,67	— 1,11 3,34	— 0,65 2,50	25
13	0,00058	1,98 — 0,49	0,57 0	3,14 — 0,98	0,71 0	2,92 — 0,74	0,50 0	— 0,70 1,10	— 0,57 0	1,17 — 1,25	— 2,23 2,23	1,85 — 1,74	26
5	0,00029	1,49 0	0,57 0	2,16 — 0,48	0,71 0	2,18 — 2,18	0,50 — 0,24	0,40 0	— 0,57 0,18	— 0,08 0	0 0	0,11 — 0,36	27
3	0,00015	1,49 — 0,13	0,57 0	1,68 — 1,68	0,71 — 0,19	0 — 0,26	0,26 0	0,40 — 0,02	— 0,39 0,14	— 0,08 0	0 — 0,26	— 0,25 0	28
1	0,00033	1,36 — 1,36	0,57 — 0,14	0 — 0,28	0,52 0	— 0,26 0	0,26 0	0,39 0,03	— 0,25 0,10	— 0,08 — 0,27	— 0,26 0	— 0,25 0	29
2	0,00025	0 — 0,11	0,43 — 0,43	— 0,28 0	0,52 — 0,11	— 0,26 0	0,26 0	0,42 — 0,08	— 0,15 0,08	— 0,35 0	— 0,26 0	— 0,25 0	30
4	0,00008	— 0,11 0	0 — 0,03	— 0,28 — 0,10	0,41 — 0,41	— 0,26 0	0,26 — 0,07	0,34 — 0,08	— 0,07 0,08	— 0,35 0	— 0,26 0	— 0,25 0	31
12	0,00041	— 0,11 0,17	— 0,03 0	— 0,38 0,35	0 0	— 0,26 0,26	0,19 0	0,26 — 0,26	0,01 0	— 0,35 0,17	— 0,26 0,35	— 0,25 0,26	32
6	0,00006	0,06 0	— 0,03 0	— 0,03 0	0 — 0,05	0 — 0,05	0,19 — 0,19	0 — 0,03	0,01 0,03	— 0,18 0	0,09 0	0,01 0	33
9	—0,00008	0,06 0	— 0,03 0	— 0,03 0	— 0,05 0	— 0,05 0	0 0	— 0,03 — 0,03	0,04 0	— 0,18 0,18	0,09 0	0,01 0	34
		0,06	— 0,03	— 0,03	— 0,05	0,05	0	— 0,06	0,04	0	0,09	0,01	

QUADRO LVII — Verificação

Unidades : Tonelada, metro

Deformações	Acções residuais											Reacções de apoio								
Totais	N_2	N_3	N_5	N_6	N_8	N_9	X_A	X_B	N_1	N_4	N_7	$-N'_1$	$-N'_4$	$-N'_7$	$-X_1$	$-X_4$	$-X_7$	$-Y_A$	$-Y_B$	$-Y_C$
	0,50	− 1,00	9,00	2,00	− 12,00	− 3,00	7,50	3,00	4,50	0	0									
r_2 = 0,00392	− 16,46	− 1,65	− 3,30	0	0	0	0,41	1,23	− 3,23	0	0	0	0	0	− 1,63	0	0	2,45	− 2,45	0
r_3 = 0,00025	− 0,11	− 0,42	0	− 0,11	0	0	− 0,08	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	− 0,08	0
r_5 = 0,00418	− 3,51	0	− 45,65	− 5,27	− 7,02	0	− 0,44	3,95	0	− 7,02	0	0	0	0	0	3,51	0	2,63	0	− 2,63
r_6 = 0,00142	0	− 0,60	− 1,79	− 7,16	0	− 1,19	− 1,34	1,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	− 0,45
r_8 = 0,00164	0	0	− 2,76	0	− 12,40	− 1,38	0	1,03	0	0	− 2,07	0	0	0	0	0	1,03	0	1,03	1,03
r_9 = 0,00051	0	0	0	− 0,42	− 0,42	− 1,71	− 0,32	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	− 0,16
U_A = 0,06460	6,78	− 20,35	− 6,78	− 61,04	0	− 40,69	− 101,75	61,04	27,13	54,26	40,69	0	0	0	− 9,04	− 18,08	− 13,57	0	0	0
U_B = 0,07615	23,98	23,98	71,95	71,95	47,97	47,97	71,95	− 71,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r_1 = 0,01324	− 11,12	0	0	0	0	0	5,56	0	− 28,39	0	0	− 6,14	0	0	5,56	0	0	0	0	0
r_4 = 0,01234	0	0	− 20,73	0	0	0	10,37	0	0	− 47,19	0	0	− 5,73	0	0	10,37	0	0	0	0
r_7 = 0,01291	0	0	0	0	− 16,27	0	8,13	0	0	0	− 38,52	0	0	− 5,99	0	0	8,13	0	0	0
	0,06	− 0,04	− 0,02	− 0,05	− 0,14	0	− 0,01	0,04	− 0,05	0,05	0,10	− 6,14	− 5,73	− 5,96	− 1,85	− 4,20	− 4,41	5,61	− 1,34	− 4,27

QUADRO *LVIII* — Esforços transversos

Reticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades: *Tonelada, metro*

Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	X_B	Y_B
$\overline{A,B}$	$\lvert\widehat{xx}\rvert_{AB}$	$U_B - U_A$	$\lvert\widehat{yy}\rvert_{BA}$	$V_B - V_A$	$\lvert\widehat{xr}\rvert_{AB}$	$\lvert\widehat{yr}\rvert_{AB}$	r_A	r_B	$7 + 8$	1×2	3×4	5×9	6×9	$10 - 12$	$11 - 13$
$\overline{1,2}$	140	$646{,}0 \times 10^{-4}$	—	—	420	—	$132{,}4 \times 10^{-4}$	$39{,}2 \times 10^{-4}$	$171{,}9 \times 10^{-4}$	9,04	—	7,20	—	1,84	—
$\overline{2,3}$	157,5	$115{,}5 \times 10^{-4}$	—	—	315	—	$39{,}2 \times 10^{-4}$	$2{,}5 \times 10^{-4}$	$41{,}7 \times 10^{-4}$	1,82	—	1,31	—	0,51	—
$\overline{4,5}$	280	$646{,}0 \times 10^{-4}$	—	—	840	—	$123{,}4 \times 10^{-4}$	$41{,}8 \times 10^{-4}$	$165{,}2 \times 10^{-4}$	18,09	—	13,88	—	4,21	—
$\overline{5,6}$	472,5	$115{,}5 \times 10^{-4}$	—	—	945	—	$4{,}18 \times 10^{-4}$	$14{,}2 \times 10^{-4}$	$56{,}0 \times 10^{-4}$	5,45	—	5,29	—	0,16	—
$\overline{7,8}$	210	$646{,}0 \times 10^{-4}$	—	—	630	—	$129{,}1 \times 10^{-4}$	$16{,}4 \times 10^{-4}$	$145{,}5 \times 10^{-4}$	3,57	—	9,17	—	4,40	—
$\overline{8,9}$	315	$115{,}5 \times 10^{-4}$	—	—	630	—	$16{,}4 \times 10^{-4}$	$5{,}1 \times 10^{-4}$	$21{,}5 \times 10^{-4}$	3,64	—	1,85	—	2,29	—
$\overline{2,5}$	—	—	315	0	—	630	$39{,}2 \times 10^{-4}$	$41{,}8 \times 10^{-4}$	$81{,}0 \times 10^{-4}$	—	0	—	5,10	—	— 5,10
$\overline{5,8}$	—	—	157,5	0	—	630	$41{,}8 \times 10^{-4}$	$16{,}4 \times 10^{-4}$	$58{,}2 \times 10^{-4}$	—	0	—	3,67	—	— 3,67
$\overline{3,6}$	—	—	157,5	0	—	315	$2{,}5 \times 10^{-4}$	$14{,}2 \times 10^{-4}$	$16{,}7 \times 10^{-4}$	—	0	—	0,53	—	— 0,53
$\overline{6,9}$	—	—	787,5	0	—	315	$14{,}2 \times 10^{-4}$	$5{,}1 \times 10^{-4}$	$19{,}3 \times 10^{-4}$	—	0	—	0,61	—	— 0,60

QUADRO *LIX* — Momentos de continuidade

Recticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades: *Tonelada, metro*

Elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Pilares		Vigas	
															M_A	M_B	M_A	M_B
$\overline{A,B}$	$\lvert\widehat{rx}\rvert_{AB}$	$U_B - U_A$	$\lvert\widehat{ry}\rvert_{AB}$	$V_B - V_A$	$m\lvert\widehat{rr}\rvert_{AB}$	$f\lvert\widehat{rr}\rvert_{AB}$	r_A	r_B	$3+6$	3×4	5×7	6×8	$12+12$	$\frac{1}{2}\times11$	$-9+11+12$	$-9+13+14$	$-10+11+12$	$-10+13+14$
$\overline{1,2}$	420	$646{,}0\times10^{-4}$	—	—	1680	840	$39{,}2\times10^{-4}$	$39{,}2\times10^{-4}$	27,13	—	22,24	2,39	6,58	11,12	−1,60	−9,43	—	—
$\overline{2,3}$	315	$115{,}5\times10^{-4}$	—	—	840	420	$2{,}5\times10^{-4}$	$2{,}5\times10^{-4}$	3,64	—	3,29	0,11	0,22	1,64	−0,24	−1,78	—	—
$\overline{4,5}$	840	$646{,}0\times10^{-4}$	—	—	3360	1680	$41{,}8\times10^{-4}$	$41{,}8\times10^{-4}$	54,26	—	41,47	7,02	14,04	20,73	−5,78	−19,49	—	—
$\overline{5,6}$	945	$115{,}5\times10^{-4}$	—	—	2520	1260	$14{,}2\times10^{-4}$	$14{,}2\times10^{-4}$	10,91	—	10,53	1,79	3,58	5,26	1,41	−2,07	—	—
$\overline{7,8}$	630	$646{,}0\times10^{-4}$	—	—	2520	1260	$16{,}4\times10^{-4}$	$16{,}4\times10^{-4}$	40,69	—	32,53	2,04	4,08	16,26	−6,12	−20,35	—	—
$\overline{8,9}$	630	$115{,}5\times10^{-4}$	—	—	1680	840	$5{,}1\times10^{-4}$	$5{,}1\times10^{-4}$	7,28	—	2,76	0,43	0,86	1,30	−4,09	−5,04	—	—
$\overline{2,5}$	—	—	630	0	1680	840	$39{,}2\times10^{-4}$	$41{,}8\times10^{-4}$	—	0	6,59	3,51	7,02	3,29	—	—	10,10	10,31
$\overline{5,8}$	—	—	630	0	3360	1680	$41{,}8\times10^{-4}$	$16{,}4\times10^{-4}$	—	0	14,04	2,75	5,50	7,02	—	—	16,79	12,52
$\overline{3,6}$	—	—	315	0	840	420	$2{,}5\times10^{-4}$	$14{,}2\times10^{-4}$	—	0	0,21	0,60	1,20	0,10	—	—	0,81	1,30
$\overline{6,9}$	—	—	315	0	1680	840	$14{,}2\times10^{-4}$	$5{,}1\times10^{-4}$	—	0	2,39	0,43	0,86	1,19	—	—	2,82	2,05

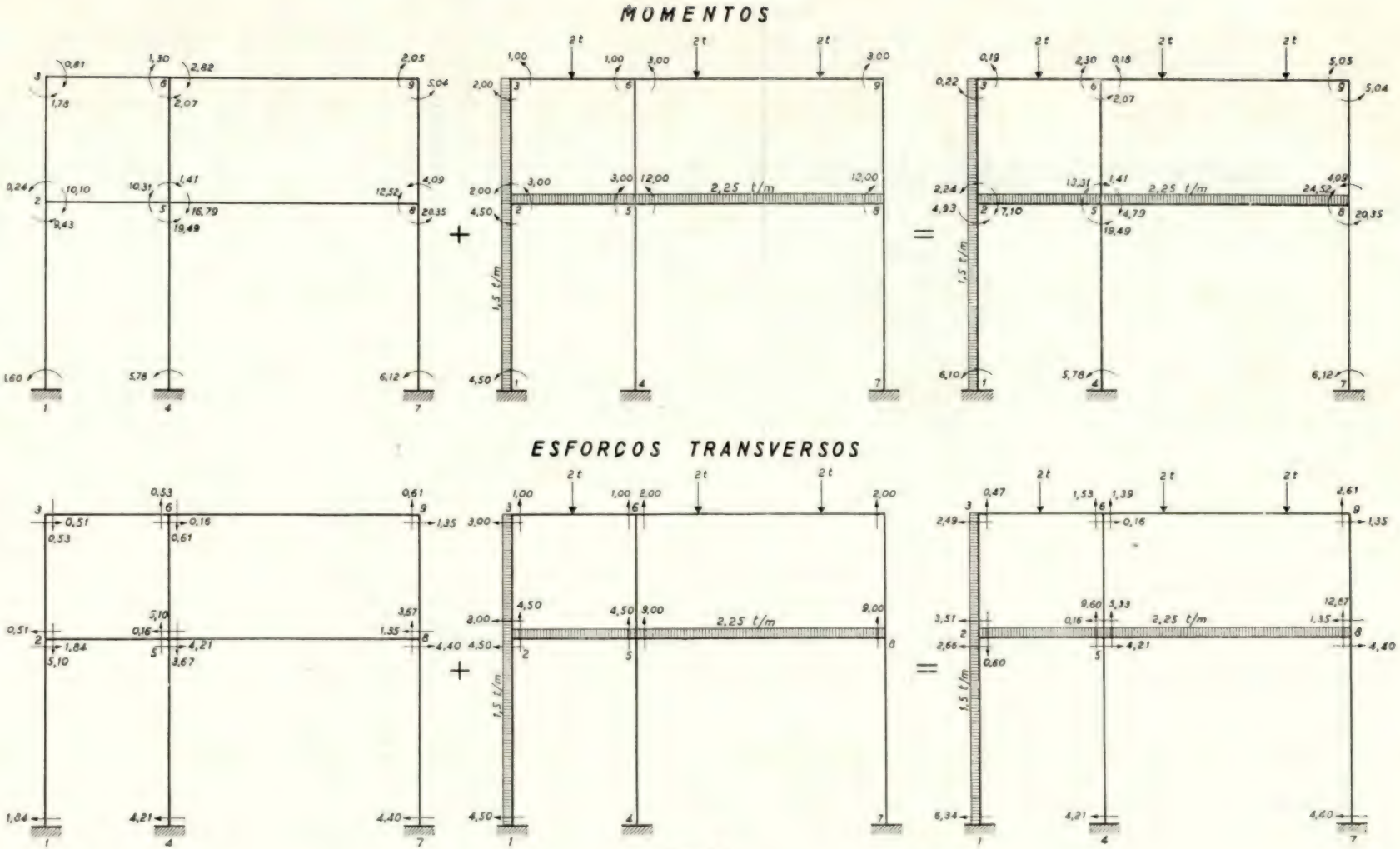


Fig. 51

QUADRO LXI — Relaxação

Unidades: Tonelada, metro

Tipo	Valor da relaxação	1 N_2	2 N_3	3 N_5	4 N_6	5 N_8	6 N_9	N.º
7	0,00148	0 — 0,62	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1
8	0,00028	— 0,62 0	0 0	0 — 0,24	0 0	0 0	0 0	2
9	0,00212	— 0,62 0	0 0	— 0,24 0	0 0	0 1,34	0 0	3
5	0,000177	— 0,62 0	0 0	— 0,24 — 0,30	0 0	1,34 — 1,34	0 — 0,15	4
1	— 0,000147	— 0,62 0,62	0 0,06	— 0,54 0,12	0 0	0 0	— 0,15 0	5
3	— 0,000038	0 0,03	0,06 0	— 0,42 0,12	0 0,05	0 0,04	— 0,15 0	6
6	— 0,000045	0,03 0	0,06 0	0 0	0,05 0,04	0,04 0,04	— 0,15 0,15	7
5	0,000009	0,03 0	0,06 0	0 — 0,01	0,09 0	0,08 — 0,07	0 — 0,01	8
4	0,000018	0,03 0	0,06 — 0,01	— 0,01 — 0,02	0,09 — 0,09	0,01 0	— 0,01 — 0,01	9
2	0,000030	0,03 — 0,01	0,05 — 0,05	— 0,03 0	0 — 0,01	0,01 0	— 0,02 0	10
		0,02	0	— 0,03	— 0,01	0,01	— 0,02	

Deformações totais:

$r_2 = (1) = -0{,}000147$
$r_3 = (2) = 0{,}000030$
$r_5 = (3) = -0{,}000038$
$r_6 = (4) = 0{,}000018$
$r_8 = (5) = 0{,}000186$
$r_9 = (9) = -0{,}000045$

cálculo deste exemplo. Na fig. 51 apresentam-se os momentos e esforços transversos finais; estes valores comparados com os obtidos no exemplo anterior, permitem-nos concluir que as diferenças resultantes se concentram nos pilares e vigas do primeiro piso.

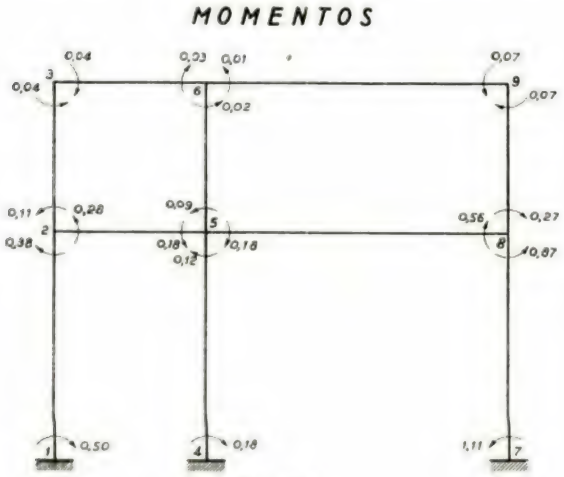


Fig 52

5.º *Exemplo*

Vamos ainda considerar mais uma vez a estrutura anterior, mas agora supondo que ela sofre um aumento de temperatura de 30°.

Aplicando as expressões deduzidas na alínea 2.6 obtemos os seguintes valores para os deslocamentos horizontais dos nós 2, 5 e 8:

$$\delta_{2,t} = -0{,}00148 \text{ m}; \quad \delta_{5,t} = -0{,}00028 \text{ m}$$
$$\delta_{8,t} = -0{,}000\,212 \text{ m}$$

O Quadro LX, pág. 20, apresenta os factores

QUADRO *LXII* — Coeficientes de influência

Reticulados planos (Elementos normais entre si)

Unidades: *Tonelada, metro*

Pilares: $\left\lvert \widehat{xx} \right\rvert = 12\,\frac{B}{L^3}$; $\left\lvert \widehat{xr} \right\rvert = 6\,\frac{B}{L^2}$	Vigas: $\left\lvert \widehat{yy} \right\rvert = \frac{B}{L^3}$; $\left\lvert \widehat{yr} \right\rvert = 6\,\frac{B}{L^2}$				Pilares—Vigas: m $\left\lvert \widehat{rr} \right\rvert = 4\,\frac{B}{L}$; f $\left\lvert \widehat{rr} \right\rvert = 2\,\frac{B}{L}$					
Elementos	E	I	B=E×I	L	$\left\lvert \widehat{xx} \right\rvert$	$\left\lvert \widehat{rx} \right\rvert$ $\left\lvert \widehat{xr} \right\rvert$	$\left\lvert \widehat{yy} \right\rvert$	$\left\lvert \widehat{ry} \right\rvert$ $\left\lvert \widehat{yr} \right\rvert$	$\left\lvert \widehat{rr} \right\rvert$ m	$\left\lvert \widehat{rr} \right\rvert$ f
$\overline{1,2}$; $\overline{2,3}$; $\overline{3,4}$; $\overline{4,5}$; $\overline{5,6}$; $\overline{7,8}$; $\overline{8,9}$; $\overline{9,10}$; $\overline{10,11}$	14×10^5	500×10^{-5}	7.000	3,2	2.563	4.101	—	—	8 760	4.375
$\overline{11,12}$, $\overline{13,14}$; $\overline{14,15}$; $\overline{15,16}$; $\overline{16,17}$; $\overline{17,18}$										
$\overline{2,8}$; $\overline{3,9}$; $\overline{4,10}$; $\overline{5,10}$; $\overline{6,12}$	14×10^5	1.000×10^{-5}	14 000	4,0	—	—	2.625	5 250	14.000	7.000
$\overline{8,14}$; $\overline{9,15}$; $\overline{10,16}$; $\overline{11,17}$; $\overline{12,18}$	14×10^5	$2\,150 \times 10^{-5}$	30.100	5,0	—	—	2 894	7 224	24 080	12.040

de operação que interessa agora considerar. Os relativos ao aumento de temperatura são obtidos na folha n.º 10, fig. 38.

Na operação de relaxação, Quadro LXI, começa-se por introduzir aqueles três deslocamentos, seguindo-se a operação normal das relaxações angulares dos nós.

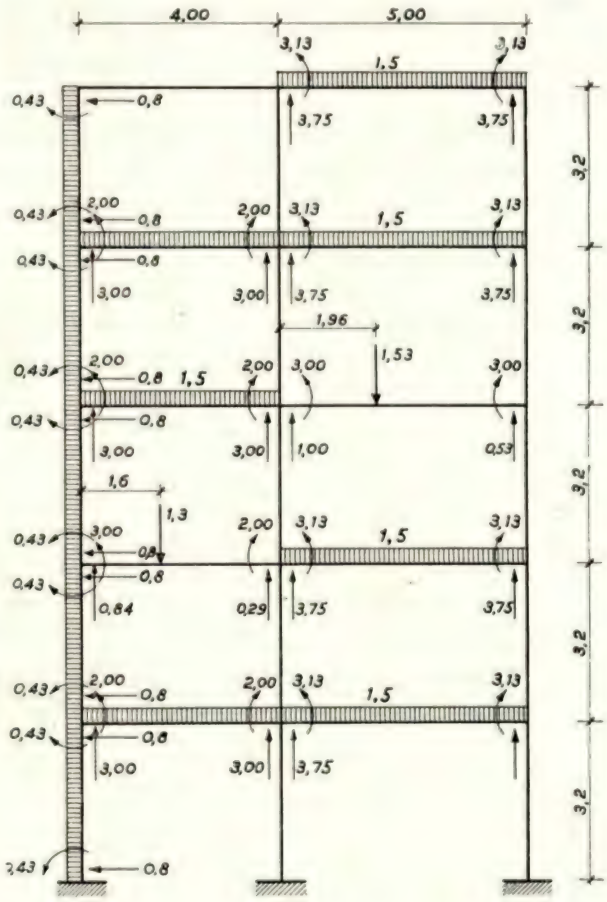


Fig. 53

Neste exemplo não apresentamos os quadros de verificação e de cálculo dos momentos e esforços transversos, para não alongarmos excessivamente o texto. O exame dos momentos obtidos, fig. 52, mostra a pequena importância da temperatura em estruturas de elementos curtos e pouco rígidas como é a deste exemplo.

6.º Exemplo

Este último exemplo refere-se a uma estrutura de 5 pisos e 2 tramos, Fig. 53, assimétrica e sujeita a cargas horizontais e verticais.

Apenas se apresentam os coeficientes de influência, Quadro LXII, pois se pretende sòmente dizer que um engenheiro com prática deste método e tendo organizado convenientemente os impressos de cálculo, pode calcular uma estrutura semelhante numas 15 a 20 horas de trabalho.

(Conclui no próximo número)

NOTAS INFORMATIVAS

C. D. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.) preparadas nos Serviços do R. N. C. a cargo da Companhia Nacional de Electricidade —

NOTA: *A produção e o consumo da rede das empresas do R. N. C. representam actualmente cerca de 90 % dos respectivos totais do País.*

I — Elementos gerais

a) Mensais (mês de Abril) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	72,1	123,9 (2)	+ 72
Produção térmica (P_t) . .	29,8	4,0 (3)	— 87
Produção total (P_T) . . .	101,9	127,9	+ 26
Cons. electroquímico (C_{eq})	14,1	29,5	+ 109
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	74,4	80,8	+ 9
Consumo total (C_T) (1) . .	88,5	110,3	+ 25

b) Acumulados (desde o início do ano, isto é, de 1 de Janeiro a 30 de Abril) 10^6 kWh

	1953	1954	Variação %
Produção hidráulica (P_h)	404,5	514,2 (4)	+ 27
Produção térmica (P_t) . .	49,1	14,7 (5)	— 70
Produção total (P_T) . . .	453,6	528,9	+ 17
Cons. electroquímico (C_{eq})	81,1	106,8	+ 32
Outros consumos ($C_T - C_{eq}$)	315,9	347,9	+ 10
Consumo total (C_T) (1) . .	397,0	454,7	+ 15

Notas:

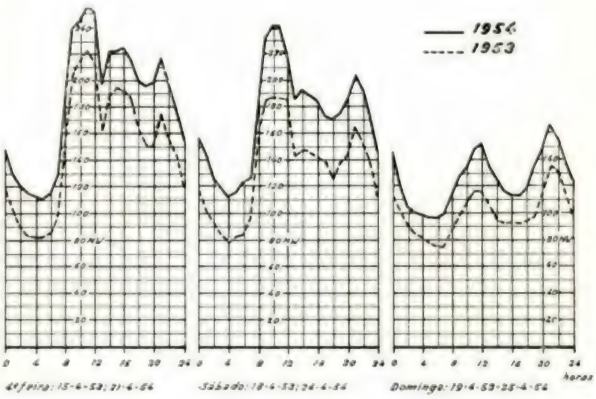
(1) No consumo total (C_T) estão incluídas as perdas nas redes de transporte e distribuição.

(2) 97 % P_T. (3) 3 % P_T. (4) 97 % P_T. (5) 3 % P_T

II — Diagramas de carga da produção

	4.ª feira: 15-4-953	4.ª feira: 21-4-954
Produção hidráulica (P_h) — MWh	2.196	4.342
Produção térmica (P_t) — MWh . .	1.411	127
Produção total (P_T) — MWh . . .	3.607	4.469
Utilização da ponta (U) — horas	16,2	17,3
Factor de carga (α)	0,68	0,72
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,36	0,43

ABRIL



III — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês de Abril de 1954

Albufeira	Energia armazenada 10^6 kWh	Energia armazenada %
Venda Nova	94,9	88,9
Salamonde	9,4	68,8
Guilhofrei	5,8	71,0
Lagoa Comprida	29,2	99,0
Santa Luzia	33,9	100
Castelo do Bode	148,4	90,1
Pracana	8,9	86,4
Póvoa	9,6	82,9

BATERIAS

Tudor

PORTUGAL

PILHAS SECAS

• A MARCA MAIS ANTIGA •

• A MELHOR QUALIDADE •

• O MENOR CUSTO •

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

PROJECTOS — FORNECIMENTOS — INSTALAÇÕES

— Material de radiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta e ultra-alta frequência;

— Equipamentos de radiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;

— Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para radiocomunicações, radiodifusão e televisão;

— Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;

— Materiais de transmissão telegráfica automática, por fios e por rádio;

— Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;

— Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;

— Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

●

Serviços Técnicos, Comerciais e Fábrica

NA AVENIDA DA INDIA — **LISBOA**

TEL. 38171/6

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 532.

Hydraulique Technique — *Charles Jaeger.* Tradutor Marie Laronde. Edição Dunod, Paris, 1954 Pág. 505 Preço 4.900 F.

Trata-se da tradução francesa duma muito notável obra em que C. Jaeger, antigo professor da Escola Politécnica de Zurich, expõe, sob a noção de «hidráulica técnica», os processos de cálculo hidráulico utilizados na elaboração de projectos de aproveitamentos hidroeléctricos.

Esclarece muito bem o próprio autor o sentido daquela designação:

«Há sòmente cerca de quinze anos, os hidráulicos conhecidos estavam de acordo em que os cálculos hidráulicos exigiam, segundo a expressão de Weyrauch-Strobel, «uma espécie de dom especial hidráulico, um sentido pronunciado do que é hidràulicamente possível ou não». Este ponto de vista pode ser actualmente rectificado, dada a possibilidade de se estabelecer uma «hidráulica técnica», que torna os cálculos hidráulicos quase inteiramente independentes deste «sentido hidráulico» outrora necessário.

Uma tal «Hidráulica Técnica», baseada nas leis gerais da energia e no teorema das quantidades de movimento, pode ser incluída na Mecânica e na Física Técnica como em capítulo desenvolvido com uma lógica rigorosa análoga, por exemplo, à da Resistência de Materiais. Todo o problema que escape ao cálculo directo pode ser esclarecido por via experimental, tendo em conta as leis da Semelhança.

As leis principais da Mecânica dos Fluídos e da Semelhança serão as bases do desenvolvimente sistemático desta «Hidráulica Técnica».

Uma das mais valiosas qualidades desta importante obra é a sua excelente organização sob o aspecto didático, pois, dentro do tema proposto, o estudo aprofundado dos vários problemas, acompanhado de uma enorme contribuição de valores experimentais, é devidamente enquadrado numa síntese dos conhecimentos actuais da Hidráulica Geral.

Esta síntese é feita de modo notável pela clareza e pela forma elevada do tratamento analítico das várias questões, e é acompanhada a par e passo de muito completas e utilíssimas referências bibliográficas.

Compreende a obra quatro partes e dois anexos.

Na primeira parte são incluídos capítulos sobre princípios físicos da Hidráulica, leis da Semelhança, perdas de carga nos tubos e ainda sobre regimen uniforme nos canais e condutas, com indicação de numerosos valores experimentais de coeficiente de rugosidade nas condutas forçadas de grandes centrais.

Na segunda parte, dedicada aos regimens permanentes em superfície livre, depois de uma exposição sobre as equações fundamentais da hidrodinâmica e sobre a teoria do escoamento em canais, são estudados os movimentos permanentes gradualmente variados e ràpidamente variados, com o fim principal de tratar os diversos problemas de ordem hidráulica que se apresentam no estabelecimento de barragens — regolfo, descarregadores, ressalto, degraus, variações bruscas de secção, etc.

Entra-se em seguida numa terceira parte em que são tratados os movimentos não permanentes, a qual é dominada pelo estudo aprofundado de dois problemas essenciais das centrais hidroeléctricas: o das chaminés de equilíbrio e o dos golpes de ariete, sendo neste devidamente tida em conta a importante e interdependente questão da regulação das turbinas.

Esta parte terceira contém ainda um capítulo sobre regimen variável em superfície livre, no qual é estudada a questão da propagação de ondas nos canais, e termina com uma referência especial às centrais subterrâneas, fazendo uma descrição sucinta dos tipos destas centrais e dando indicações sobre a forma de abordar o seu estudo tendo em consideração as questões tratadas anteriormente.

Na parte quarta são estudados os escoamentos em meios porosos e permeáveis.

A obra termina com dois anexos.

No primeiro anexo são dados numerosos valores experimentais a utilizar nos cálculos hidráulicos, dos quais se destacam os referentes a perdas de carga em condutas.

O segundo anexo é dedicado aos escoamentos em canais com fundo móvel e inclue os resultados de numerosos estudos experimentais sobre transporte sólido e erosão dos leitores, entre os quais os efectuados em 1939-40, no Laboratório de Hidráulica de Zurich, pelo autor e pelo engenheiro Abecasis Manzanares, actualmente professor catedrático de Hidráulica no I. S. T.

A tradução agora editada tem a muito apreciável virtude de nos tornar mais acessível esta importante e categorizada obra, com que foi enriquecida a literatura técnica da Engenharia Hidráulica, obra notável não só pelo grande interesse actual do tema proposto e pela forma elevada como está tratado, como também pela reconhecida autoridade do autor no assunto, autoridade reforçada pela grande experiência no estudo de problemas desta natureza, em projectos de importantes aproveitamentos hidroeléctricos.

Edição muito cuidada da casa «Dunod».

A. G.

C. D. 621.744.5

«Shell-Moulding» — Machinery's fellow back series — N.º 33 — The machinery publishing C.º Ltd. — London — Brighton — New York.

O processo de moldação a que os ingleses chamam «shell-moulding» e ao qual este livro se refere, está na sua infância, mas não resta dúvida que tem um futuro prometedor, por ser aplicável pràticamente à fundição de todos os metais e se adaptar tanto a pequenas produções como a produções em série.

Esta publicação tem por objectivo explicar qual o fundamento do método e para isso refere diversos conhecimentos que a experiência já comprovou, sobre os princípios desta técnica de moldação e a sua realização industrial já levada a cabo tanto na Grã-Bretanha como nos Estados Unidos da América.

C. D. 621.746 (058)

«A handbook on die castings» — *F. D. Penny.*

Este livro contém diversos ensinamentos em coquilhas (vasamento simples por gravidade e sob pressão), como sejam, preparação das moldações, processos de vasamento, normas tecnológicas a observar quando se projecta, tolerâncias, serviços de controle, ligas empregadas, etc.

O texto é acompanhado de numerosas gravuras elucidativas o que torna esta publicação de muita valia para os técnicos que se interessam por este género de fundição.

C. D. 621

Manual 1 DIN. Normas fundamentais para la tecnica mecanica — Bilbao. Edit. Balzola — 6.ª ed. 1954.

Nesta edição, seguindo o exemplo da 12.ª edição alemã suprimiram-se as normas de desenho que passam a figurar no «Manual 2 DIN. Normas de desenho».

Em contrapartida, melhorou-se este volume mediante a publicação duma série de normas sobre rodas dentadas, eixos, transmissões por correia e número de rotações de máquinas ferramentas, o que vem justificar o seu novo título.

C. D. 691.11:674.04

Caracterização dos preservativos para madeiras por um novo método baseado na medição de flechas.

Acaba de ser publicado na série «Memórias» do Laboratório Nacional de Engenharia Civil a publicação n.º 48 «Caracterização dos preservativos para madeiras por um novo método baseado na medição de flechas», de autoria do Eng.º Tomás José Emídio Mateus, Chefe de Secção de Madeiras do Serviço de Estudo de Estruturas.

Nesta publicação apresentam-se os fundamentos de um método de ensaio de produtos preservativos para madeiras que, em vez de se basear no critério — método que é usado na maior parte dos laboratórios — adopta, para definir o grau de ataque, a variação de flecha sofrida por uma pequena viga sob a acção de uma força de valor conhecido.

Este novo método, por se basear na medição de uma característica mecânica que, sendo função do momento de inércia da secção do núcleo de madeira sã da viga considerada, é extraordinàriamente influenciada pelo ataque, parece oferecer vantagens sobre o método clássico.

Além dos fundamentos teóricos do método, apresentam-se ainda neste trabalho os primeiros resultados experimentais com ele obtidos e faz-se a sua comparação com os que são dados pelo método dos pesos.

A referida publicação encontra-se à venda no Laboratório Nacional de Engenharia Civil e nas principais livrarias de Lisboa e Porto ao preço de Esc. 15$00.

FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Carlos Nogueira Martins, Fernando Eduardo Rebelo Simões, João Pedro Antunes Gomes e João Armando Costa Marques.

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por C. D. *(classificação decimal).*

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina com 75 × 125 mm..

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver.

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T..

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro de Classificação Decimal.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ELIN

AKTIENGESELLSCHAFT FUR ELEKTRISCHE INDUSTRIE

VIENA — ÁUSTRIA

Fabricantes e instaladores de:

Equipamentos eléctricos para alta e baixa tensão — Geradores — Redes de distribuição de energia — Centrais térmicas e hidroeléctricas — Transformadores — Motores — Disjuntores — Arrancadores — Equipamentos de soldadura manual e automática — Material para tracção eléctrica — Material para iluminação — Rectificadores de mercúrio

Transformador com regulação sob carga, 30.000 K. V. A., 110.000 V. ± 12 × 1,5 % / 21.000 V, 50 ciclos, instalado na central de Tampere, Finlândia

REPRESENTANTES:

SOC. COM. CROCKER DELAFORCE & C.ª, S. A. R. L.

Rua D. João V, 2-2.º — LISBOA

ARTIGOS DE REVISTA

C. D. 53.767 : 629.1.053.21

Equipamentos modernos taquimétricos com accionamento eléctrico a distância para locomotivas, automotoras e veículos de estradas.
Suiça Técnica, 954, n.º 1, pág. 70.

C. D. 69.002

Construction of fawley refinery.
Civil Engineering and Public Works Review, 4-954, vol. 49, n.º 574, pág. 373.

C. D. 331.826 : 62

El ingeniero y la productividad
I — Productividad
II — El ingeniero — *Gabriel Barceló.*
Revista de Obras Públicas, 2-954, n.º 2866, pág. 75; 3-954, n.º 2867, pág. 126.

C. D. 338.4 (46) GALICIA

Posibilidades industriales de Galicia — *Luciano Yordi de Carricarte.*
Revista de Obras Públicas, 2-954, n.º 2866, pág. 58.

C. D. 532.001.57

Los laboratorios de hidraulica en Estados Unidos y su contribucion al proyecto de estructuras hidraulicas — *José Maria Martim Mendiluce.*
Revista de Obras Públicas, 1-954, n.º 2865, pág. 18.

C. D. 532.595

Estabilidad de dos chimeneas de equilibrio respectivamente solidarias a las galerias de llegada y desagüe — *L. Escande* e *R. Huron.*
Revista de Obras Públicas, 2-954, n.º 2866, pág. 51.

C. D. 620.178.5 : 624

Vibration in civil engineering
Civil Engineering and Public Works Review, 4-954, vol. 49, n.º 574, pág. 391.

C. D. 621.18

Tipos modernos de caldeiras Sulzer.
Suíça Técnica, 953, n.º 2, pág. 44.

C. D. 621.29 (674)

The owen falla hydro-electric schene in uganda.
Civil Enginnering and Public Works Review, 4-954, vol 49, n.º 574, pág. 375.

C. D. 621.34.622.66

Une anciene machine d'extraction equipée de notre nouveau système de command rapid-exact.
Revue Brown Boueri, 7-953, vol. 40, n.º 7, pág. 263.

C. D. 621.34 : 662.67

The Friction-drive Hoists at the Bodas Mine, Sweden.
ASEA Journal, 1-2-954, vol. 27, pág. 5.

C. D. 624.34 : 677

Novidades técnicas — Novos aperfeiçoamentos nos teares «Cotton Oerlikon».
Suíça Técnica, 953, n.º 2, pág. 43.

C. D. 621.36 : 669.1

A Electrotermia nas Indústrias Metalurgicas — *Eng. N. Felber.*
Suíça Técnica, 953, n.º 2, pág. 25.

C. D. 621.56 : 66

As instalações frigoríficas na indústria química — — *W. Gysin.*
Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 3, pág. 12.

C. D. 621.56 : 663.25 : 663.81

A aplicação do frio artificial no tratamento de vinhos e sucos de frutas — *W. Gysin.*
Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 3, pág. 17.

C. D. 621.56 : 667.131.6

Instalações de refrigeração da lexívia para a mercerização de tecidos de algodão — *W. Gysin.*
Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 3, pág. 25.

C. D. 621.56 : 725.28

As instalações de congelação do matadouro da firma José M. Castro & Cia em Montevideu (Uruguai) — *W. Gysin.*
Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 3, pág. 31.

C. D. 621.56 : 726.28

As instalações frigoríficas do novo matadouro da cidade de Basiléia — *W. Gysin.*
Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 3, pág. 1.

C. D. 621.97 (494)

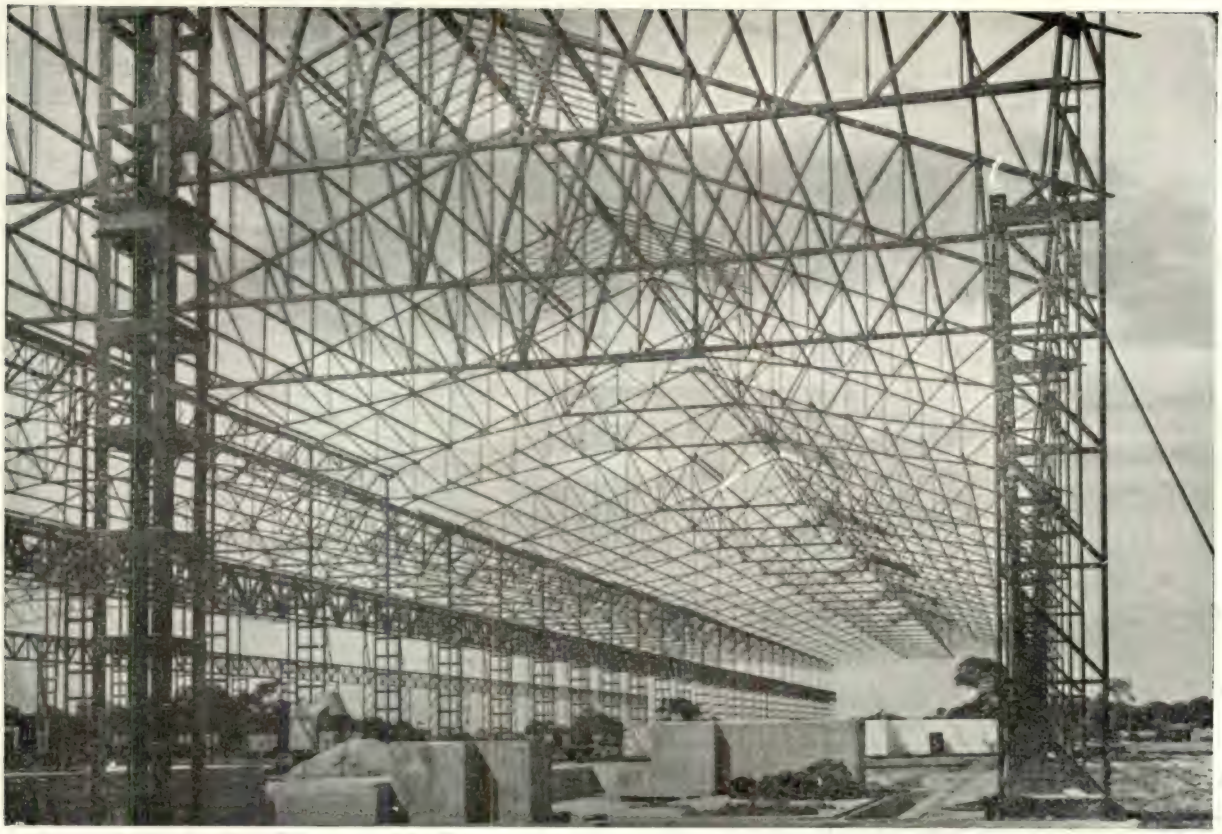
Máquinas suíças para trabalhar metais sem produção de apara — *Eng. R. Dorvmont.*
Suíça Técnica, 953, n.º 2, pág. 11.

C. D. 621.165 : 621.313.322

Un groupe à vapeur Drown Boveri en service depuis plus de 50 ans — *F. Raberger.*
Revue Brown Boveri, 7-953, vol. 40, n.º 7, pág. 260.

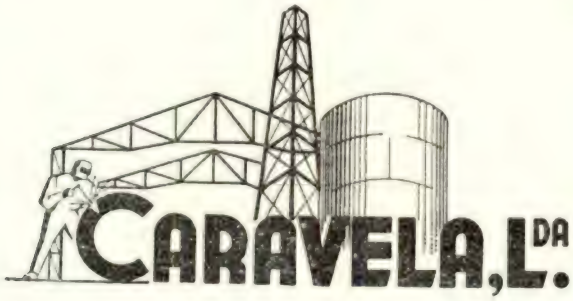
C. D. 621.175

A lei de similaridade da condensação pelicular — *Dr. W. Traupel.*
Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 3, pág. 27.



Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA



Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399480

C. D. 621.182

A nova instalação geradora de vapor da Fábrica Monthey da CIBA S. A. da Basiléia — *Hoch, Lienhard.*
Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 2, pág. 32.

C. D. 621 311.22. (493)

L'extension de la centrale à vapeur de Schelle, près d'Anvers — *I. Noël.*
Revue Brown Boveri, 7-953, vol. 40, n.º 7, pág. 234.

C. D. 621.311.153

Consumidores de corrente de maior potência como meios para a compensação da carga em redes de abastecimentos industriais — *G. Keller.*
Suíça Ténica, 954, n.º 1, pág. 37.

C. D. 621.311.153.22

O Motor Diesel e a cobertura das pontas do consumo de energia.
Suíça Técnica, 954, n.º 1, pág. 40.

C. D. 621.311.153.22

O Problema da cobertura das pontas de carga na economia eléctrica e as suas soluções — *R. Hochreutiner* e *W. Bänninger.*
Suíça Técnica, 954, n.º 1, pág. 11.

C. D. 621.311.153.22 : 621.398.2

Compensação de curva de carga pelo comando de rede «Sauter».
Suíça Técnica, 954, n.º 1, pág. 29.

C D. 621.313.322-81

Le premier turboalternateur du monde et le plus grand d'Europe — *E. Wiedemann.*
Revue Brown Boveri, 7-953, vol. 40, n.º 7, pág. 262.

C. D. 621.314.626

Comportement de nos convertisseurs à contacts en service — *C. Brynhildsen.*
Revue Brown Boveri, 7-953, vol. 40, n.º 7, pág. 241.

C. D. 621.314.626

Sécurité de service et avantages économiques des convertisseurs à contacts — *H. Blatter (L. P.).*
Revue Brown Boveri, 7-943, vol. 40, n.º 7, pág. 243.

C. D. 621.316-728

Load an Water Level Regulation — *D. Rudqvist Power.*
Asea Journal, 1-2-954, vol. 27, pág. 19.

C. D. 621.316.923

Fuse Interruptions in Thunderstorms — *N. Hyltén-Cavallins.*
Asea Journal, 1-2-954, vol. 27, pág. 13.

C. D. 621.317.728.621.317.333.84 : 535.215.9

Influence de radiations sur l'amorçage des éclateurs à sphères lors de la mesure de tensions de choc — *B. Gänger.*
Revista Brown Boveri, 7 953, vol. 40, n.º 7, pág. 215.

C. D. 621.318.4 : 621.317.18

Industrial Metal Detectores — *T. G. Charles.*
Asea Journal, 4-954, vol. 27, n.º 4, pág. 55.

C. D. 621.336.2-833.6 (63)

Les locomotives Diesel-électriques de la Compagnie du chemin de fer France-Ethiopien — *F. Corbellini et E. M. Klingelfuss (Ko).*
Revue Brown Boveri, 7-953, vol. 40, n.º 7, pág. 247.

C. D. 621.335.42 : 625.1 (494)

As novas automotoras duplas R Be 4/8 661-662 dos Caminhos de Ferro Federais Suíços para o tráfego excursionista.
Suíça Técnica, 954, n.º 1, pág. 60.

C. D. 621.335.221

O accionamento do eixo sistema «Sécheron» mediante veio Cardan e acopolamento de lâminas.
Suíça Técnica, 1954, n.º 1, pág. 68.

C. D. 621.365.2 : 627.74

O ferro trifásico sistema «Heroult» ao serviço da fundição de ferro gusa cinzento — *G. Keller.*
Suíça Técnica, 1953, n.º 2, pág. 42.

C. D. 621 365.52

O fabrico racional pelo aquecimento por indução a alta frequência — *Dr. A. Leemann.*
Suíça Técnica, 1953, n.º 2, pág. 41.

C. D. 621.398.2

O Telecomando Centralizado «Brown Boveri» — *F. Bourquin.*
Suíça Técnica, 1954, n.º 1, pág. 33.

C. D. 621.398.2

Características e propriedades de exploração do sistema «Zellweger» de telecomando centralizado — *R. Kniel.*
Suíça Técnica, 1953, n.º 1, pág. 31.

C. D. 621.398.2

Instalações de comando de rede sistema «Landis & Gyr» segundo o método de impulsos intervalados.
Suíça Técnica, 1954, n.º 1, pág. 25.

C. D. 621.436.13 : 629 12

Os novos motores marítimos Sulzer a dois tempos de construção soldada — *W. Kilchenmann.*
Revista Técnica Sulzer, 1953, n.º 2, pág. 1.

JAYME DA COSTA, L.DA
LG
LANDIS & GYR
APARELHOS PARA
REGULAÇÃO TÉRMICA

C. D. 621.438.666.94.013.5

Les turbines à gaz de la Fábrique de Ciment de Portigalete, au Venezuela — *E. A. Kerez.*
Revue Brown Boveri, 7-953, vol. 40, n.º 7, pág. 260.

C. D. 621 - 592.52 : 625.1

O Freio Pneumático «Charmilles» automático e contínuo para caminhos de ferro de vias normais e reduzidas.
Suíça Técnica, 1954, n.º 1, pág. 66.

C. D. 621.781.7 : 691.735.771

Soldadura al arco de aleaciones de aluminio en atmósfera inerte — *P. T. Houldcroft.*
Informes de la Construcion, 3-954, n.º 59.

C. D. 621.979.13

Novo desenvolvimento na construção de prensas excêntricas.
Suíça Técnica, 1953, n.º 2, pág. 23.

C. D. 621.983 32

Prensas Automáticas Universais Tipo Pau, de 2×20 e de 2×5 toneladas.
Suíça Técnica, 1954, n.º 2, pág. 24.

C. D. 622.67

A Unique Mine Hoist — *F. Landau.*
Asea Journal 4-953, vol. 27, n.º 4, pág. 65.

C. D. 624.4.014.25

Algumas novedades en los proyectos de tramos metalicos — *Domingo Mendizabal.*
Revista de Obras Públicas, 1-954, n.º 2.865, pág. 11.

C. D. 624.9.0 : 247

Design and construction of a prestressed concrete framework — Part 1,2 — *Eric Shepley.*
Civil Engineering and Public Works Review

3-954	vol. 49	n.º 573	pág. 259
4-954	» 49	» 574	» 395

C. D. 624.21.09

A numerical solution for interconnected bridge girders — Part 1, 2, 3 — *Yan Haq-Toon.*
Civil Engineering and Public Works Review

2-954	vol. 49	n.º 572	pág. 165
3-954	» 49	» 573	» 265
4-954	» 49	» 574	» 392

C. D. 624.21.093 — 042,2

Least-weight of bridge trusses.
Civil Engineering and Public Works Review, 4-954 vol. 49, n.º 574, pág. 374.

C. D. 624.92 : 725.35

Depósitos de gran capacidad en hormigon armado pretensado — *Marcel* e *André Reimbert.*
Revista de Obras Públicas, 2-954, n.º 2866, pág. 85.

C. D. 624.014.6

The conference on welded structures.
Civil Engineering and Public Works Review, 2-954 vol. 49, n.º 572, pág. 168; 3-954, vol. 49, n.º 573, pág. 284.

C. D. 624.014.27

Estructuras tubulares para edificios industriales.
Informes de la Construction, 3-954, n.º 59.

C. D. 624.059.5

Lifting a steel truss roof — *J. J. Spyra.*
Civil Engineering and Public Works Review, 4-954 vol. 49, n.º 574, pág. 380.

C. D. 624.072.33

Los metodos directos y los metodos de aproximaciones sucesivas de calculo de estructuras — *Carlos Lorento de No.*
Revista de Obras Públicas, 3-954, n.º 2867, pág. 114.

C. D. 624.131 : 625.7/8

Aplicaciones de la mecanica del suelo a la construccion de carreteras — *José Luis Escario* e *Muñez del Pino.*
Revista de Obras Públicas, 3-954, n.º 2867, pág. 101.

C. D. 624.191.3 (486)

The development of rock drilling methods in sweden.
Civil Engineering and Public Works Review, 2-954 vol. 49, n.º 572, pág. 198; 3-954, vol. 49, n.º 573 pág. 278; 4-954, vol. 49, n.º 574, pág. 398.

C. D. 624.631.1.012.4

Economic aspects of the design of R. C. retaining walls — Part 1,2 — *Jai Krishna.*
Civil Engineering and Public Works Review, 3-954, vol. 49. n.º 573, pág. 262; 4-954, vol. 49. n.º 574, pág. 385.

C. D. 624.624

El Puente Atirantado de le Bourget.
Informes de la Construccion, 3-954, n.º 59.

C. D. 624.624 (46)

El Puente de Santo Domingo de la Calzada — *Ildefonso S. del Rio* e *Vicente Rogh Altet.*
Revista de Obras Públicas, 1-954, n.º 2865, pág. 1.

C. D. 624.915

Cupula con malla triangular de aluminio — *Harold W. Richardson.*
Informes de la Construccion, 2-954, n.º 58.

SPARROWS POINT E.U.A.

A grande siderúrgica da Bethlehem em Sparrows Point, Baltimore, é a maior usina de aço dos Estados Unidos localizada num pôrto marítimo. Por esta razão, é que os produtos exportáveis da Bethlehem podem ser carregados diretamente da usina para bordo dos navios, o que simplifica as operações de embarque e diminui a possibilidade de avarias. Bethlehem Steel Export Corporation, 25 Broadway, New York 4, E. U. A. Telegramas: "BETHLEHEM, NEWYORK."

BETHLEHEM STEEL

Escritoriós e representantes em tôdas as principais cidades do mundo
Em Moçambique: Albino Dias de Carvalho, Lda., Lourenço Marques

805P

C. D. 625.23/24 + 625.28 : 625.1 (494)

Material rolante para caminhos de ferro — *Eng. R. Guignard.*

Suíça Técnica, 1954, pág. 45.

C. D. 625.42 (485)

Detalhes de la construcción del Metropolitano de Estocolmo — *Wilhelm Stolberg.*

Revista de Obras Públicas, 2-954, n.º 2866, pág. 81.

C. D. 625.77

Care of roasid trees.

Civil Engineering and Public Works Review, 4-954, vol. 49, n.º 574, pág. 379.

C. D. 626.84

Nuevo ensayo con hormigón pretensado en la pavimentación de carreteras — *H. Dollet* e *M. Robin.*

Informes de la Construccion, 2-954, n.º 58.

C. D. 627.45

Reconstruction of old windsor lock.

Civil Engineering and Public Works Review, 4-954. vol. 954. vol. 49, n.º 574, pág. 369.

Informes de la Construccion, 3-954, n.º 59.

C. D. 627.821

Derivacion de un rio por una voladora.

Informes de la Construccion, 3-954, n.º 59.

C. D. 627.828

Presa aligerada con vertedero difusor.

Informes de la Construccion, 3-1954, n.º 59.

628.8

As instalações de climatização de uma grande loja comercial por meio de compressores rotativos de freon — *W. Gysin.*

Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 3, pág. 36.

C. D. 628.12 : 621.671

Instalações municipais de abastecimentos de água equipadas com bombas Sulzer — *J. Sprecher.*

Revista Técnica Sulzer, 953, n.º 2, pág. 47.

C. D. 637.1

Posibilidades actuales de la esterilización de la leche — *S. M. Ventura.*

Revista Industrial y Fabril, 1-954, vol. 9, n.º 88, pág 30-3.

C. D. 652.1

La contabilidad analítica de control, su homogeneidad y las unidades de trabajo *«tan»* — *J. M. Ganzer Miralles.*

Rev. Industrial y Fabril, 1-954, vol. 9, n.º 88, pág. 38-40.

C. D. 656.222.3 : 625.1 (72)

Comboios de luxo para o México, construídos na Suíça.

Suíça, Técnica, 1954, n.º 1, pág. 63.

C. D. 656.03 : 62

Influencia de las operaciones de carga y descarga de buques en la productividad general de la industria — *J. M. Mallol.*

Revista Industrial y Fabril, 1-954, vol. 9, n.º 88, pág 22-3.

C. D. 664 : 66 : 669.71

Aluminium in the food and chemical industries — *R. W. Natlall.*

Metallurgia, 2-954, vol. 49, n.º 292, pág. 63-70

C. D. 666.94.001.4

Ensayos del cemento: Autoclave — *F. Capella Canals.*

Cemento-Hormigon, 3-954, vol. 20, n.º 240, pág. 85-90.

C. D. 667.64

Emploi du chalumeau pour la préparation avant mise en pinture des surfaces métalliques — *Claude Mathelin.*

Revue L'Air Liquide, 1953, vol. 1, n.º 4, pág. 2-24.

C. D. 667.381.12 (494)

As máquinas têxteis na Feira Suíça de Amostras de Basileia de 1953.

Suíça Técnica, 1953, n.º 2, pág. 49.

C. D. 669.71

El aluminio, sus aleaciones y aplicaciones — *C. F. Kutter.*

Rev. Industrial y Fabril, 1-954, vol. 9, n.º 88, pág. 24-9.

C. D. 669.71 «1953»

Aluminium and its alloys in 1953 — *E. Elliott.*

Metallurgia, 2-954, vol. 49, n.º 292, pág. 82-90.

107 referências bibliográficas.

C. D. 669.71 : 664 : 66

Aluminium in the food and chemical industries — *R. W. Nattall.*

Metallurgia, -954, vol. 49, n.º 292, pág. 63-70.

C. D. 669.187 : 621 365

The Electric Arc Steel Melting Furnace.

Metallurgia, 3-954, vol. 49, n.º 293, pág. 119-22.

C. D. 674 81

Fibre Building Board — Its composition and manufacture — *Patric Baker.*

Building Materials Digest, 2-954, vol. 14, n.º 2, pág. 46.

C. D. 674.81 : 697.133

Fibre Building Board — The application of insulating sheets — *Patrie Baker.*

Building Materials Digest, 3-954, vol. 14, n.º 3, pág. 82.

C. D. 674.048.4

The preservative treatment of timber in building — *H. A. Cox.*

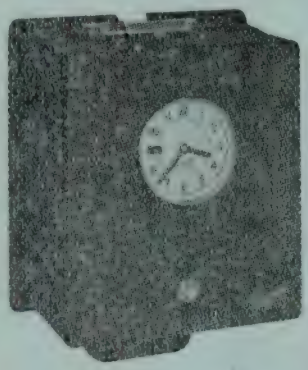
Building Materials Digest, 2-954, vol. 14, n.º 2, pág. 50.

PENSE em Ericsson

quando a hora certa é um problema!

Nos Escritórios, Fábricas, Colégios, Quartéis, Estações de Embarque de Passageiros, Casas de Saúde, Repartições Públicas, o SISTEMA ERICSSON auto-regulado resolve o problema da hora certa e uniforme.

- **Relógio MESTRE Ericsson.**
- **Relógios Ericsson para contrôle de ponto.**
- **Relógios secundários Ericsson.**
- **Dispositivo para programas de sinalização.**



Outros produtos Ericsson:

- Sistemas telefónicos de todos os tipos
- Sistemas de telesinalização
- Sistemas de radiocomunicações e sonorização
- Diversa aparelhagem telefónica e eléctrica

SOCIEDADE ERICSSON DE PORTUGAL, L.DA

RUA FILIPE FOLQUE, 7, 1.º — LISBOA

Telefone (P P C - 2 linhas) — 57193 • Telegramas: ERICSSON

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLÍNICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

FERRANTI

PINÇAS VOLT-AMPEREMÉTRICAS

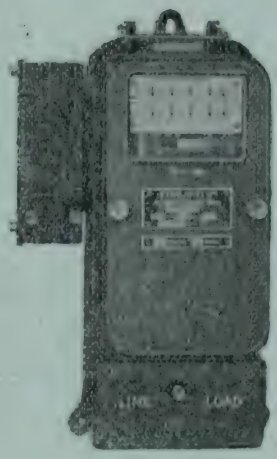
Para medir com toda a segurança
em corrente alterna de 0 a 600 volts
e de 0 a 1000 ampères

O MELHOR APARELHO PORTÁTIL

CONTADORES DE ELECTRICIDADE

TARIFA DUPLA Tipo FCTYD
MONOFÁSICOS Tipo FM
TRIFÁSICOS (3 fios) Tipo FLY
TRIFÁSICOS (4 fios) Tipo FLY

PARA ENTREGA IMEDIATA



Representantes

C. SANTOS LDA.

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

Trav. da Glória, 17 a 19-A
LISBOA

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS

MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42

TELEF. 47812-50129

LISBOA

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

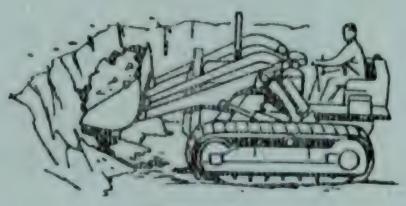
Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

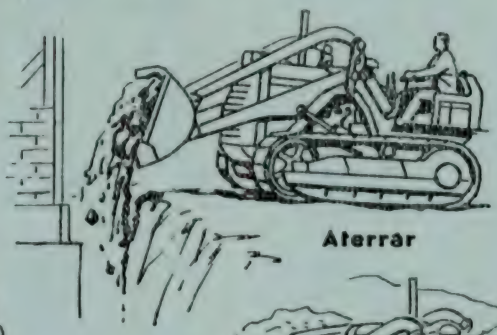
Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

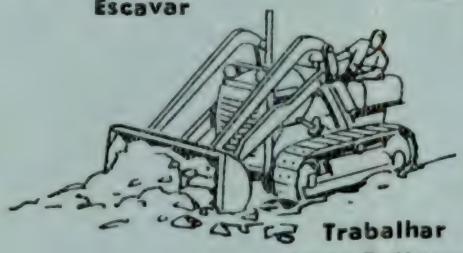
As pás mecânicas Caterpillar, modelos H4T e 6 são construídas especialmente para:



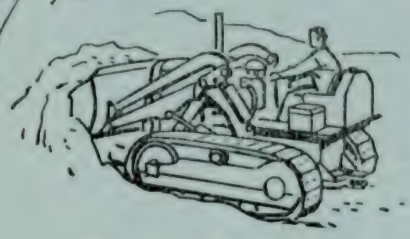
Escavar



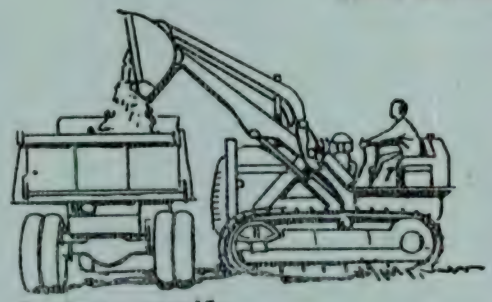
Aterrar



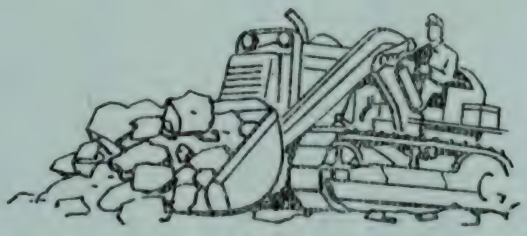
Trabalhar como Bulldozer



Carregar de stock

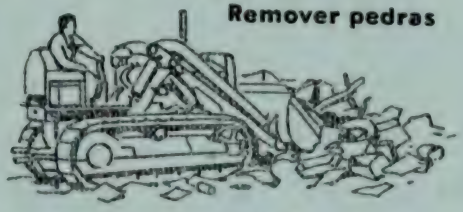


Encher o camião



Remover pedras

Nivelar



Carregar material a granel

CAPACIDADES

PÁ ESCAVADORA HT4 . . . . . $0,95^{m3}$

PÁ ESCAVADORA N.º 6 . . . . . $1,53^{m3}$

CATERPILLAR

MARCA REGISTRADA

REPRESENTANTE EXCLUSIVO:

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S. A. R. L.

Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8 LISBOA

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc.

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { P. P. C. 324 — 4 linhas / Administ. 156

Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110

METALÚRGICA DE BEMFICA LDA.

FÁBRICA METALÚRGICA CONSTRUTORA

Estrada das Garridas, M. B. ✦ Telefones 5 8145 e 5 8705 — LISBOA

FUNDIÇÃO DE FERRO, FERROS LIGAS, BRONZES, ALUMÍNIOS
E LIGAS ESPECIAIS NORMALIZADAS
CONSTRUÇÕES E REPARAÇÕES MECÂNICAS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS
CALDEIRARIA E FORJAS — CARPINTARIA DE MOLDES

AO SERVIÇO DA

ENGENHARIA NACIONAL

TEM CONCORRIDO PARA A REALIZAÇÃO DE

GRANDES EMPREITADAS DE OBRAS PÚBLICAS

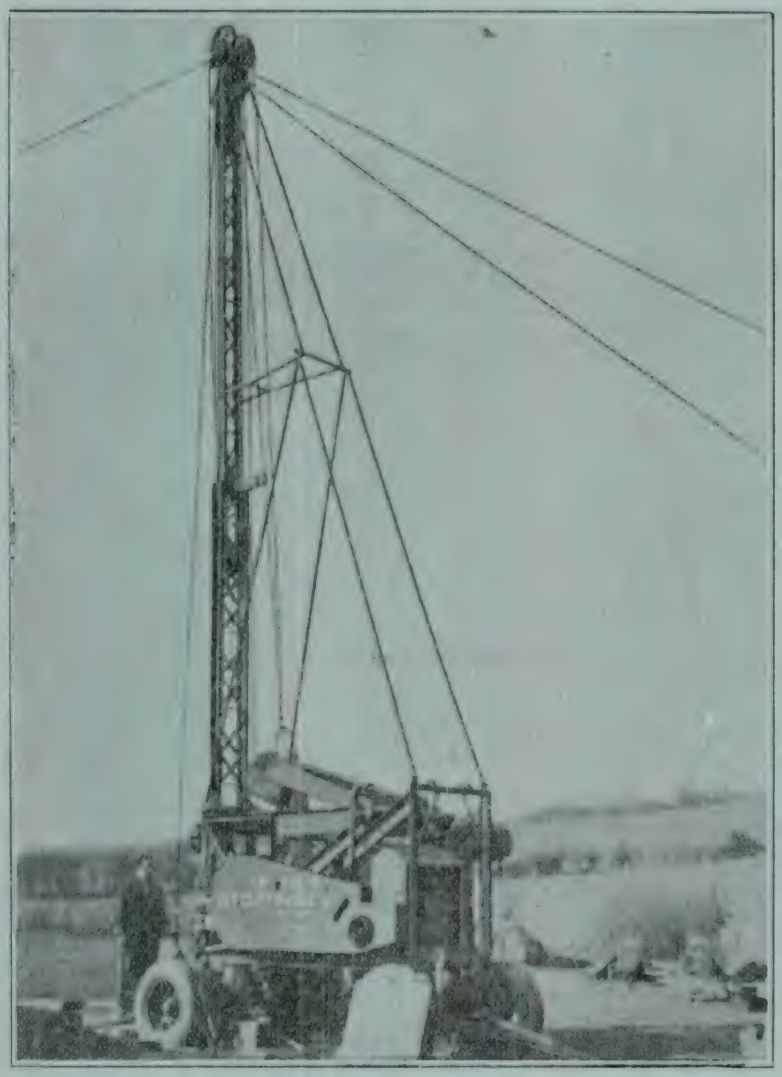
COM PRODUTOS DE SEU FABRICO QUE MERECEM

APROVAÇÃO OFICIAL

Estudos — Projectos — Orçamentos

RUSTON-BUCYRUS LIMITED

BUCYRUS-ERIE CO.



Sondas para poços de água.
Sondas para desmonte de pedreiras.
Sondas para poços de petróleo.
Sondas para pesquisas.

Algumas unidades em trabalho no nosso País

REPRESENTANTES EM PORTUGAL

MONTEIRO GOMES, L.DA

RUA CASCAIS, 47 (ALCÂNTARA)—LISBOA

A ÚNICA
FÁBRICA QUE PRODUZ TODOS OS MATERIAIS
DE IMPERMEABILIZAÇÃO

ISOLITE

MASTIQUES
E
EMULSÕES
DE APLICAÇÃO A FRIO E A QUENTE

COLAS BETUMINOSAS
FIBROMASTIQUES
PLACAS BETUMINOSAS
FELTROS BETUMINOSOS
PAPÉIS ALCATROADOS
CHATTERTONS

Fábrica Nacional de Produtos Isoladores

Guedes & Santos Silva, Ltd.

R. de Pedrouços, 49 — Tel. 38 316 LISBOA

Sociedade de Pesquisas, Captações de Agua e Transportes, L.da

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA

COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

S. A. R. L.

FÁBRICA DE CARBONETO DE CÁLCIO E FERRO-LIGAS

Carboneto de Cálcio, Ferro, Ferro-Silício, Ferro-Manganês e Estanho

FÁBRICA DE CIANAMIDA CÁLCICA

Instalações Fabris
Canas de Senhorim
Telef. 6 7222

Sede — Lisboa
Largo do Directório, 4, 2.°
Telef. 2 5343

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

MÁQUINAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE

Tornos Paralelos
Limadores
Engenhos Radiais
Máquinas de Rectificar
Tornos Revólver
Frezas
Escateladores
Plainas
Mandriladoras

Entrega imediata

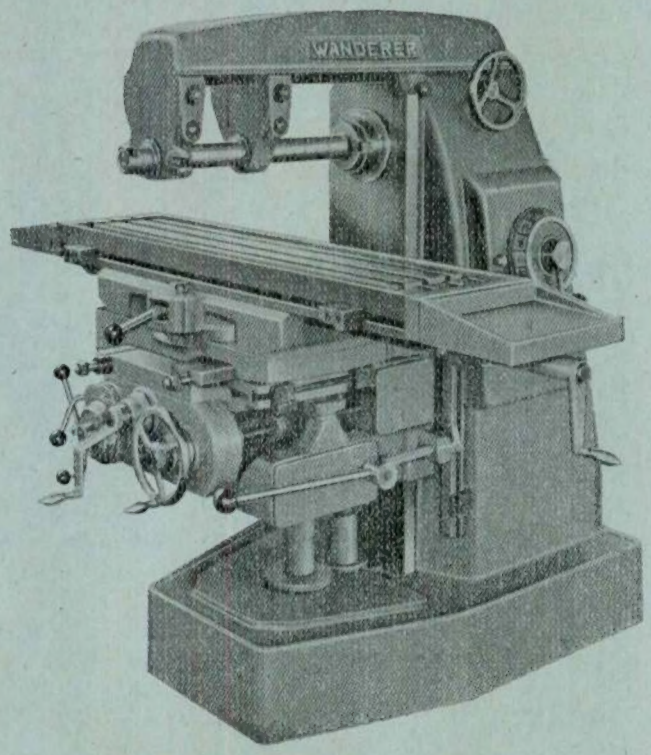
MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

LISBOA:
Rua da Boa Vista, 45 a 49 — Tel. 66086

PORTO:
Rua Sá da Bandeira, 629 — Tel. 28720

LUANDA:
Rua Restauradores de Angola, 68-1.º



SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 2 6572

Hotel de Ofir — Portugal

90 % das construções
têm sido impermeabilizadas segundo o sistema que lançámos no país há cerca de 30 anos

CHALLENGE
Roofing
é a marca preferida pelos melhores construtores

Pedidos a

V. T. MARTINS
Rua da Prata, 59-3.º Esq.º
Telef. 2 3690 — 2 5721
LISBOA

MANIL

EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

TRABALHANDO PARA O FUTURO

RESISTÊNCIA E DURAÇÃO

UM PRODUTO DA

AS TINTAS CEMPEXO EMBELEZAM E PROTEGEM OS EDIFÍCIOS

PORQUE SÃO

HIDRÓFUGAS

E

PETRIFICANTES

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96
LISBOA

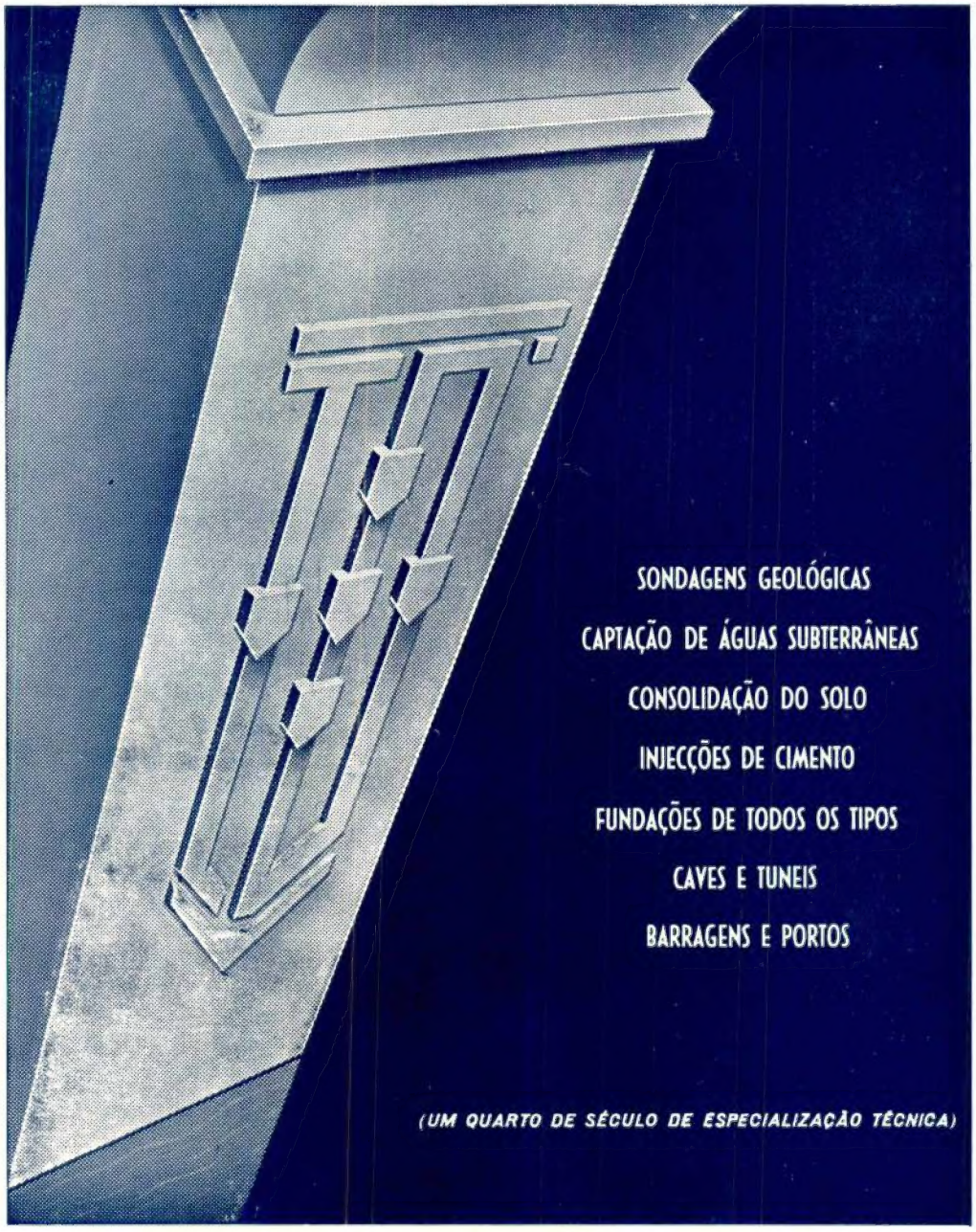
TELEF. 77 5057

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 3 2774

LISBOA



EDOUARD DALPHIN

Representante da **S. A. BROWN BOVERI & CIE**
de **BADEN — SUÍÇA,** *com escritório técnico na*
Rua de Sá da Bandeira, 481-2.º — PORTO

• • •

VÁLVULAS EMISSORAS

arrefecidas a ar ou água para EMISSORAS DE RADIODIFUSÃO com modelos para todas as frequências e potências possíveis.

Peça V. Ex.ª indicações sobre a aplicação adequada destas válvulas nas vossas emissoras de radiodifusão

BROWN BOVERI

- construção mais moderna
- rendimento elevado
- segurança de serviço
- preço económico
- longa duração

portanto:

Despesas de exploração mínimas

75384 - VI